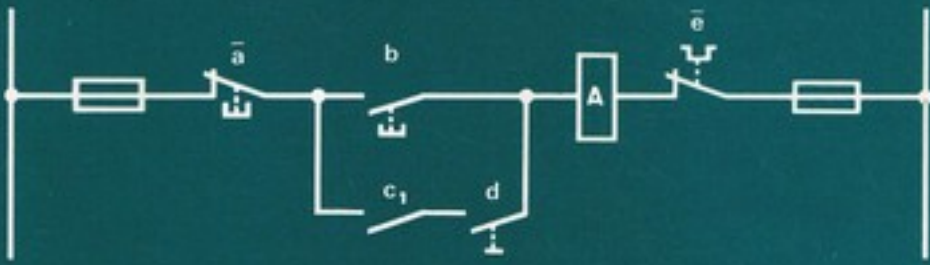
P. HEINY

schémas d'électricité



FOUCHER

RETRONIK.FR

Paul HEINY
Ingénieur Sous-Directeur honoraire
de l'E.N.N.A. de Paris

*Schémas d'*ÉLECTRICITÉ

LES ÉDITIONS FOUCHER
128, rue de Rivoli - Paris

FOUCHER

A. CAPLIEZ
et
P. HEINY

ÉLECTRICITÉ

Technologie et schémas

Tome 1

Niveaux C.A.P. et B.E.P.

SÉRIE TECHNOLOGIE D'ÉLECTRICITÉ

P. HEINY
et
A. CAPLIEZ

Tome 1 : Matériaux et équipement électrique

Notions générales sur le métier d'électricien — Organisation générale et représentation graphique des équipements électriques — Les matériaux et leur mise en œuvre — Les équipements électriques — Production, transport et distribution de l'électricité. **388 pages 260 figures, nombreux tableaux.**

P. HEINY
et
DENOJEAN

Méthode d'exécution des travaux pratiques d'électricité

Travaux de construction mécanique — Pose du matériel électrique — Raccordement des conducteurs — Exécution des canalisations — Bobinage — Technique du dépannage. **328 pages, 400 figures.**

P. HEINY
et
A. CAPLIEZ

Tome 2 : Applications de l'électricité et appareillage

Technique de l'appareillage électrique — Utilisation de l'énergie électrique — Les automatismes — Sécurité et prévention des accidents — Organisation des entreprises. **416 pages, 440 figures.**

P. HEINY
et
R. NAUDY

Tome 3 : Technique de l'appareillage et ses applications Télécommande - Haute tension

Constitution technologique des appareils — Télécommande — Organisation des postes haute tension. **512 pages, 550 figures.**

HEINY,
NAUDY
et DARÉES

Tome 4 : Applications de l'énergie électrique

Matériaux — Éclairage électrique — Applications électrothermiques — Signalisation — Téléphonie — Électrochimie — Applications spéciales — Technique du dépannage. **486 pages, 380 figures.**

HEINY,
NAUDY
et MARTEL

Tome 5 : Les machines électriques

2 volumes

© Les Editions Foucher, 1978. Tous droits réservés.

AVANT-PROPOS

L'ouvrage « *Schémas d'électricité* » s'adresse aux élèves et apprentis des cours de promotion sociale et des cours professionnels, des Lycées d'enseignement professionnel et technique, ainsi qu'aux professionnels désirant se perfectionner.

Il peut aider tous ceux qui se préparent aux examens du C.A.P. (certificat d'aptitude professionnelle), du B.E.P. (brevet d'études professionnelles) et du B.P. (brevet professionnel) de l'électrotechnique des différentes branches de l'industrie électrique : production et distribution, construction électrique et équipement électrique. Il peut également être très utile pour l'obtention du C.A.P. en unités capitalisables lors de la formation continue.

◆ Les **programmes officiels des examens du C.A.P. et du B.E.P. de l'électrotechnique** précisent qu'à l'issue de leurs études, et après une période d'adaptation, les électriciens doivent savoir :

— *placer et câbler*, d'après dessins et schémas, les éléments de matériels électriques ;

— *effectuer la mise en position et la réglage* d'organes de commande pour ensembles électromécaniques (principes simples d'asservissements à partir de circuits pneumatiques et hydrauliques) ;

— *démonter, monter et régler* mécaniquement les organes courants du matériel électrique (machine, appareillage, appareils d'utilisation, mécanismes d'automatisme) ;

— *effectuer le relevé et le tracé de schémas* d'équipements électriques, d'appareillages électriques, de machines électriques ou d'éléments intégrés dans un ensemble ;

— *rechercher les défectuosités mécaniques et électriques* d'équipements et effectuer les réparations simples d'organes en vue de leur mise en service et de leur entretien ;

— *identifier le matériel électrique* nouveau et en faire une analyse fonctionnelle en vue de son utilisation ;

— *effectuer des mesures et des essais* concernant les matériels électriques, avec établissement de comptes rendus ;

— *établir le relevé des fournitures* pour remplir une fiche de magasin ou une feuille d'attachement.

D'une part, l'**électromécanicien** devra savoir également :

— *relever*, sur une pièce mécanique, *les cotes nécessaires* à l'établissement d'un dessin normalisé, en vue de la réalisation de celle-ci ;

— après traçage suivant dessin, *réaliser des pièces simples* comportant des opérations mécaniques élémentaires, à la main et à la machine ;

— *exécuter des éléments simples.*

D'autre part, l'**électricien d'équipement** devra savoir également :

— *exécuter*, d'après dessins et schémas, des *travaux d'installations industrielles et domestiques* à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments ;

— *exécuter le raccordement électrique* des équipements, machines et appareillage divers ;

— après traçage suivant dessins, *réaliser des pièces simples* comportant des opérations mécaniques élémentaires, à la main et à la machine.

Enfin les électriciens doivent, en outre :

— être capables d'*interpréter et d'appliquer les lois générales* de l'électrotechnique au travers de la nature et de la fonction des matériels ;

— *posséder de bonnes connaissances en technologie* pour leur permettre d'effectuer rationnellement tous les travaux précités ;

— *être initiés aux techniques simples d'automatisation* et d'électronique industrielle (régulation de vitesse, temporisation, asservissement) ;

— *savoir lire et comprendre les plans et schémas* d'équipements électriques et électroniques industriels ;

— *connaître les principaux règlements techniques* et *de sécurité en vigueur* ;

— être capables, non seulement d'exercer leur métier, mais aussi de pouvoir *s'adapter à l'évolution* des techniques de ce métier ou d'un métier voisin ;

— posséder un niveau de *culture générale* leur permettant de régler les problèmes de la vie courante, de comprendre les problèmes de leur temps, d'assumer leurs responsabilités de citoyen et de chef de famille, de se promouvoir et de se cultiver, de participer aux activités sociales, sportives et culturelles de leur région.

♦ Le cours de schémas électriques dispensé dans les **Lycées d'enseignement professionnel et technique** a pour but d'apprendre aux élèves :

— à *lire et comprendre des schémas* ;

— à *établir de petits projets simples* relatifs à des équipements, installations domestiques et industrielles ;

— à *élaborer des dossiers techniques* relatifs aux installations électriques, dans l'intention de procéder à leur entretien systématique ou à leur dépannage.

Pour permettre la compréhension du principe de fonctionnement d'un équipement et l'établissement d'un schéma on pourra utiliser les moyens suivants :

— *exécution de schémas explicatifs*, de réalisation, mixtes, avec les principaux modes de représentation (NF C 03-151 et la suite) : développée, semi-développée, multifilaire, simplifiée, en utilisant les symboles normalisés. On pourra proposer aux

élèves une fonction à réaliser présentée sous la forme d'un schéma fonctionnel, d'un thème dicté, d'un tableau synoptique, d'un tableau de phases, etc. ;

— *relevé de schémas*, sur installations réelles ;

— *modification de documents ;*

— *adaptation d'un schéma donné*, à un autre équipement ;

— *achèvement de documents ;*

— *changement du mode de représentation.*

Certains schémas seront établis à partir d'équations booléennes et, inversement des schémas existants seront transcrits en équation booléennes.

On s'attachera à la partie de recherche des solutions, au respect de la normalisation et à la partie graphique.

◆ Pour faciliter l'élaboration ou la lecture des schémas d'équipement électrique, cet ouvrage a été scindé en cinq parties qui traitent :

— **de la représentation graphique des installations ;**

— **des principaux symboles graphiques ;**

— **de la méthode générale d'établissement des schémas ;**

— **de l'étude détaillée des différents montages ;**

— **de l'introduction à l'étude des automatismes.**

Les principaux montages concernent l'éclairage, le chauffage et la cuisson, les télécommunications (signalisation et téléphonie), les mesures et comptages, les appareils de protection et de télécommande, la force motrice, la haute tension et l'électronique.

◆ Dans la présentation de ces diverses études nous avons été guidé par le souci :

— de *clarifier l'exposé* en donnant une classification méthodique des schémas par catégorie et par chapitre (centres d'intérêt) ;

— de respecter un ordre logique pour chacun des centres d'intérêt : fonction à remplir, analyse de la fonction à remplir, représentation développée, appareils utilisés, exemples d'application avec utilisation des schémas architectural, développé, multifilaire et unifilaire ;

— d'*établir enfin la liaison entre les autres disciplines professionnelles* : électrotechnique, technologie, travaux pratiques.

Nous espérons que ce modeste ouvrage, conforme aux programmes officiels en vigueur, sera un guide utile pour tous ceux qui s'intéressent à l'électricité.

1re PARTIE

Représentation graphique des installations électriques (1)

On désigne sous le nom de *schéma* la représentation graphique conventionnelle d'une installation — ou d'une partie d'installation — qui montre de façon simplifiée les relations mutuelles des différentes parties et les moyens utilisés pour établir ces relations.

Un schéma comporte :

• des **symboles,** qui représentent des éléments d'installations, des machines, des appareils, des organes de machine ou d'appareil.

Le cas échéant, et à défaut de symbole classique, une figure détaillée peut être introduite dans le schéma :

• des **traits,** qui représentent des connexions électriques, des liaisons mécaniques ou des conditions d'interdépendance entre les parties qui précèdent. Ces traits peuvent également indiquer le groupement de certains éléments ;

• des **repères,** qui permettent l'identification des installations, des machines, des appareils, de leurs organes, de leurs bornes et des conducteurs qui aboutissent à ces bornes.

(1) D'après les publications de l'Union Technique de l'Electricité (U.T.E.) C 03-151 et la suite.

1. - Classification des schémas

On peut répartir les schémas en deux grandes classes :

◆ les **schémas explicatifs,** destinés à rendre aisée la compréhension du fonctionnement d'une installation ou d'une partie d'installation. Ils fournissent une représentation simplifiée de tous les organes, tous les conducteurs, toutes les liaisons mécaniques, toutes les dépendances mutuelles, qui interviennent dans le fonctionnement qu'on veut étudier ou décrire.

Les différents types de schémas explicatifs comprennent : le schéma fonctionnel, le schéma des circuits, la carte de réseau et le schéma architectural.

◆ les **schémas de réalisation,** destinés à guider la réalisation ou la vérification des connexions d'une installation ou d'une partie d'installation. Ils permettent l'identification (marques de bornes, repères de conducteurs ou tableau de connexions) de toutes les connexions et groupes de connexions qu'on veut réaliser ou contrôler.

Les différents types de schémas de réalisation sont : les schémas de connexions intérieures (ou schéma intérieur), de connexions extérieures, de raccordement aux bornes.

◆ les **schémas mixtes,** qui présentent en leurs différentes parties les caractères de plusieurs types des schémas ci-dessus.

2. - Modes de représentation

Le mode de représentation fait intervenir le nombre d'éléments de même nature représentés par un seul symbole et la disposition relative des symboles correspondant aux différents éléments d'un même matériel.

2.1. - Principaux modes de représentation

On distingue, par les principaux modes :

◆ la **représentation multifilaire** où chaque élément d'appareil, chaque appareil ou groupe d'appareils est représenté par un symbole distinct ; chaque conducteur fait l'objet d'un symbole de liaison particulier (un trait). Cette représentation exige parfois un travail de dessin important.

◆ la **représentation simplifiée** permettant de simplifier la tache du dessinateur. On peut utiliser :

— la *représentation unifilaire*, où un trait unique représente l'ensemble des conducteurs d'une même canalisation ;

— la *représentation par faisceau*, où un trait unique représente l'ensemble de plusieurs conducteurs, quand la représentation multifilaire de ceux-ci exigerait, sur le schéma, le tracé de nombreux traits parallèles voisins sur une assez grande longueur. Une légende définit, si besoin est, la composition du faisceau.

— la *représentation mixte*, qui combine une représentation multifilaire pour certaines parties et une représentation unifilaire, ou le tracé par faisceau, pour d'autres parties.

2.2 - Disposition des symboles

Pour rendre le tracé et la lecture d'un schéma plus aisés, on peut, selon les cas, disposer les symboles qu'il contient de diverses façons :

◆ **Représentation assemblée,** où les symboles des différents éléments d'un même appareil ou d'une même installation sont tracés sur le schéma au voisinage les uns des autres.

◆ **Représentation semi-développée,** où les symboles sont séparés et disposés de telle façon qu'on puisse tracer facilement les symboles des liaisons mécaniques entre différents éléments qui manœuvrent ensemble. Cette représentation facilite la compréhension des conditions de dépendance mécanique.

◆ **Représentation développée,** où les symboles sont séparés et étalés de façon que le tracé de chaque circuit se rapproche le plus possible d'une droite. Cette représentation facilite la compréhension des conditions de dépendance électrique.

◆ **Reproduction topographique.**

La représentation assemblée des symboles graphiques sur le schéma rappelle la disposition topographique réelle des matériels correspondants dans leur totalité, ou en partie.

Les normes U.T.E. C 03-151 et la suite précisent en outre :

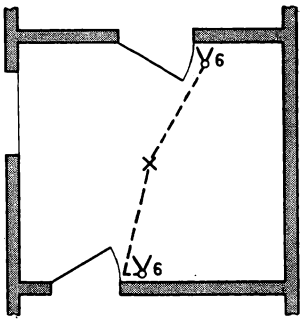
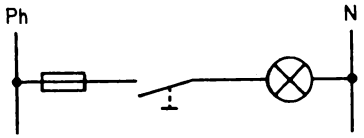
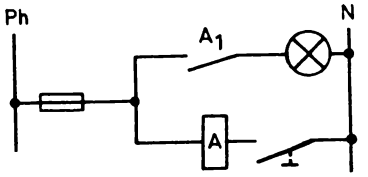
— les conditions déterminant le choix des symboles à utiliser dans les différents modes de représentation graphique des installations ;

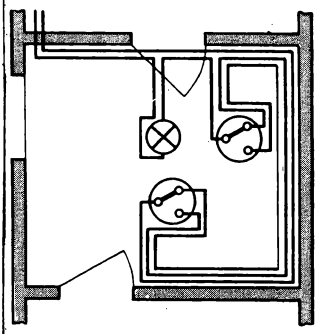
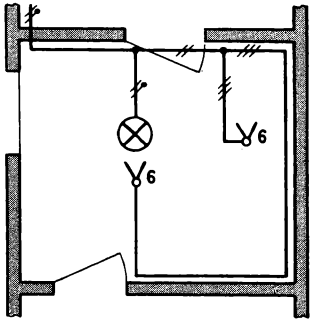
— les modes de repérage des organes, machines et appareils sur les schémas ;

— les modes de repérage des conducteurs et de marquage des bornes sur les schémas ;

— les indications complémentaires et documents annexes qui permettent de compléter les schémas.

Nous donnons, dans le tableau ci-après : la représentation, le rôle, l'emploi et les éléments constitutifs des principaux plans utilisés dans ce livre.

Schémas ou modes de représentation	Représentation	Role et emploi	Eléments constitutifs
Architecturaux.		Ils renseignent sur les emplacements approximatifs des différents éléments de l'installation (appareils d'utilisation et appareils qui les commandent, dépendance entre ces appareils). Ils représentent l'architecture d'un local ou d'un ensemble de locaux et sont établis par l'architecte ou l'entrepreneur d'après les indications fournies par le client. En général, ils ne portent pas le tracé des canalisations.	*Les principaux symboles normalisés représentant les divers éléments d'installation seront étudiés au fur et à mesure* *Ils sont extraits de la norme.*
Représentation développée.		Ils facilitent la compréhension du fonctionnement des installations électriques, mais ne tiennent pas compte de la disposition réelle des éléments. Les circuits sont figurés en ligne droite, facilitant les conditions de dépendance électrique.	*Les symboles des différents éléments constitutifs des matériels sont séparés et étalés de façon que le tracé de chaque circuit se rapproche le plus possible d'une ligne droite.*
Représentation semi-développée		Les circuits sont figurés en ligne droite mais les symboles relatifs aux différents éléments d'un même appareil (ou d'une même installation) sont disposés de façon à pouvoir reconstituer rapidement l'appareil.	

Schémas ou modes de représentation	Représentanion	Role et emploi	Éléments constitutifs
Représentation multifilaire		Les appareils et canalisations occupent leur place respective. Cette représentation permet de voir rapidement les liaisons électriques entre les différents éléments de l'installation. Chaque conducteur de polarité ou de phase différente est représenté par un trait.	*Les principaux symboles normalisés étudiés au fur et à mesure, sont extraits des publications.* *Les symboles occupent la disposition réelle de l'appareillage et des canalisations.*
Représentation unifilaire		Elle indique la répartition des circuits, la constitution des canalisations et, éventuellement, leur mode de pose. Elle tient compte de la disposition réelle du matériel (appareillage, canalisations).	*Tous les conducteurs de polarité ou de phase différente, formant un circuit, sont représentés par un seul trait barré de petits traits obliques indiquant le nombre de conducteurs de la canalisation.*

2e PARTIE

Principaux symboles graphiques communs (1)

utilisés pour l'exécution des schémas d'installations électriques

(d'après les normes U.T.E. NF C 03-101 à 108) (2)

Les symboles graphiques ainsi que les règles d'identification des appareils utilisés dans cet ouvrage reflètent les dernières tendances de la symbolisation conformément aux recommandations de la Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.) et des normes européennes.

Le *tableau* 1 indique les principaux symboles utilisés pour les représentations unifilaires et multifilaires.

Le *tableau* 2 précise quelques symboles utilisés dans des *schémas* d'installations, architecturaux et topographiques (représentation architecturale).

Le *tableau* 3 indique les principales normes encore utilisées, mais en voie de disparition.

---

(1) Afin de faciliter la compréhension du principe de fonctionnement des montages électriques, l'ancienne normalisation des symboles a été conservée volontairement pour certains schémas.

(2) Les symboles des appareils qui ne figurent pas dans cette 2e partie apparaîtront dans les chapitres suivants.

TABLEAU 1.

DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES POUR REPRÉSENTATION	
	unifilaire	multifilaire
1. - NATURE DES COURANTS, CONDUCTEURS, BORNES ET CONNEXIONS.		
Courant alternatif.	~	
Courant continu.	—	
Si confusion.	⎓	
Courant ondulé ou redressé.	⎓	
Courant alternatif triphasé 50 Hz.	3 ~ 50 Hz	
Conducteur (1) : circuit principal.	———	
Conducteur : circuit auxiliaire.	———	
Canalisation (ou faisceau) à deux conducteurs.	—//	═══
Canalisation à trois conducteurs.	—///	═══
Canalisation à n conducteurs.	—/ⁿ	═══ n traits
Exemple : Des renseignements complémentaires peuvent être indiqués comme suit : – au-dessus du trait : nature du courant, système de distribution, fréquence et tension ; – au-dessous : nombre de conducteurs suivi du signe de multiplication et de la section de chaque conducteur. Si certains conducteurs ont une section différente des premiers on ajoute leur nombre et section précédés du signe d'addition.		

(1) Ce symbole peut représenter, suivant la nature des schémas :

– soit un conducteur ;

– soit un faisceau, ensemble de conducteurs suivant sur le schéma le même tracé, quels que soient leur rôle et leur trajet dans l'installation ;

– soit une canalisation électrique, ensemble de conducteurs faisant partie d'un même circuit, et suivant en général le même parcours ;

– soit une ligne électrique, ensemble de conducteurs destinés à transporter ou à distribuer l'énergie électrique suivant un même parcours.

TABLEAU 1 *(suite)*.

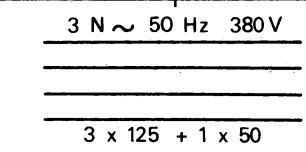
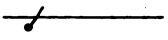
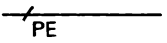
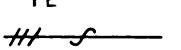
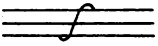
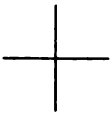
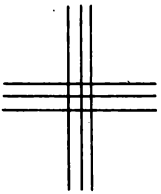
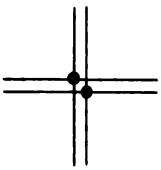
Désignation du matériel	Symboles pour représentation	
	unifilaire	multifilaire
Exemple : circuit à courant triphasé, 50 Hz, 380 V, trois conducteurs de 125 mm², avec fil neutre de 50 mm².		
Conducteur neutre.		
Conducteur de protection.		
Conducteurs torsadés.		
Conducteur flexible.		
Conducteurs dans un câble (exemple : 3).		
Croisement de conducteurs sans connexion.		
Exemple : trois conducteurs croisant trois autres, sans connexion.		
Croisement de conducteurs avec connexion.		
Exemple : deux conducteurs croisant deux autres, avec connexion.		
Dérivation de conducteurs.		

TABLEAU 1 *(suite)*.

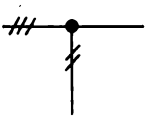
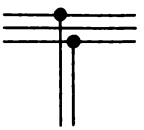
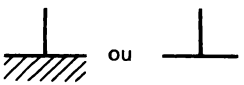
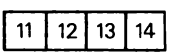
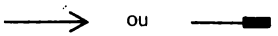
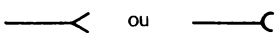
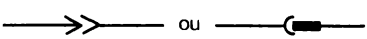
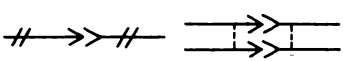
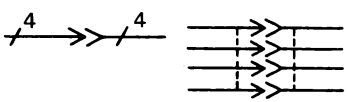
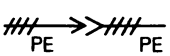
DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES POUR REPRÉSENTATION	
	unifilaire	multifilaire
Exemple : deux conducteurs dérivés sur une canalisation à trois conducteurs.		
Mise à la terre.		
Mise à la masse.		
Terre de protection (connexion de terre ayant un rôle de protection spécifié, par exemple de protection contre les chocs électriques en cas de défaut d'isolement).		
Borne de raccordement.		
Planchette de raccordement.		
Fiche de prise de courant : fiche mâle de connecteur, de prolongateur ou d'appareil embrochable.		
Prise de courant, prise femelle.		
Fiche et prise associées.		
Exemples :		
– Fiche et prise bipolaires.		
– Fiche et prise tétrapolaires.		
– Fiche et prise tripolaires avec conducteur de protection.		

TABLEAU 1 *(suite)*.

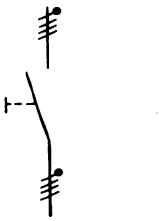
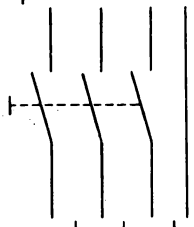
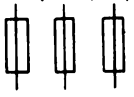
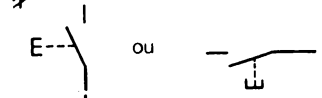
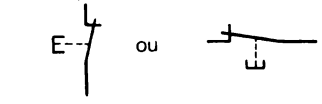
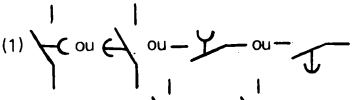
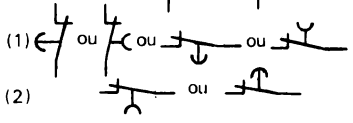
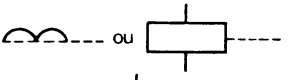
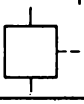
DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES POUR REPRÉSENTATION	
	unifilaire	multifilaire
Rupteur.		
Fusible.		
Exemples :		
– Interrupteur tripolaire sur canalisation à conducteur neutre non interrompu.		
– Coupe-circuit à fusible à trois pôles.		
– Bouton-poussoir ouvert au repos, représenté avec un contact « fermeture ».		
– Bouton-poussoir fermé au repos, représenté avec un contact « ouverture ».		
Contacts à fermeture retardés à la fermeture (1), à l'ouverture (2).		
Contacts à ouverture retardés à l'ouverture (1), à la fermeture (2).		
6. - ORGANES DE COMMANDE OU DE MESURE.		
Organe de commande : commande électromagnétique.		
Relais de mesure ou dispositif apparenté : symbole général.		

TABLEAU 1 *(suite).*

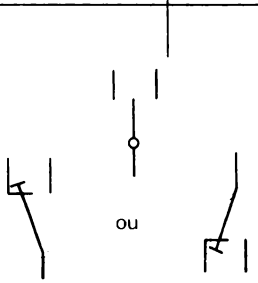
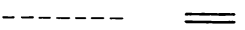
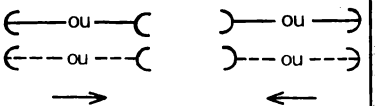
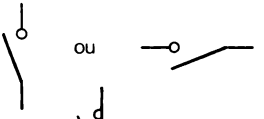
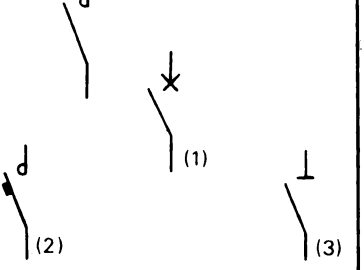
DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES POUR REPRÉSENTATION	
	unifilaire	multifilaire
Contact à deux directions avec position médiane d'ouverture. Contact à deux directions avec chevauchement.		
4. - COMMANDES MECANIQUES.		
Liaison mécanique, pneumatique.		
Verrouillage mécanique.		
Commande mécanique manuelle. – par poussoir (retour automatique). – par levier.		
– par moteur électrique.		
Temporisation : symbole général. Le mouvement est retardé dans le sens de déplacement de l'arc vers son centre.		
5. - APPAREILLAGE.		
Interrupteur : symbole général. Le cercle peut être supprimé s'il n'en résulte aucune ambiguité. Contacteur.		
Disjoncteur (1). Discontacteur (2). Sectionneur (3).		

TABLEAU 2.

DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES	DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES
1. - Appareils de raccordement ou de connexion.		**3. - Appareils de protection.**	
Prise de courant.		Coupe-circuit à fusible.	
		Disjoncteur.	
Exemple : prise de courant bipolaire.		**4. - Appareils d'utilisation.**	
Lorsqu'il est besoin d'indiquer qu'une prise de courant comporte un contact spécialement affecté au neutre ou à un conducteur de terre, on écrit les lettres N ou T, après le chiffre correspondant au nombre de pôles suivi du signe +.		Emplacement où aboutit une canalisation posée en vue de son raccordement ultérieur à un appareil.	
		S'il est nécessaire, on inscrit à côté du symbole les caractéristiques particulières, telles que puissance, nombre d'allumages dans le cas d'un appareil d'éclairage, distance au-dessus du plancher, etc.	
Exemple : prise de courant encastrée pour 3 conducteurs de phase et 1 conducteur de terre, posée à 1,5 m au-dessus du plancher.		*Exemple :* emplacement réservé à un appareil de 300 W.	
		Interdépendance entre deux appareils.	
2. - Appareils d'interruption.		Appareil d'éclairage, symbole général.	
Interrupteur, symbole général.		Si la nature des lampes est à indiquer, on peut utiliser les symboles :	
Commutateur va et vient.		– lampe à incandescence.	
Commutateur pour double allumage.		– tube à fluorescence.	
Commutateur à deux directions avec arrêt.		*Exemple :* appareil d'éclairage, à une lampe à incandescence de 40 W.	
Commutateur inverseur.			
Commutateur pour chambre d'hôtel.		Appareil d'éclairage comprenant trois tubes luminescents de 40 W.	
Interrupteur à lampe-témoin.		Rampe lumineuse avec appareil d'éclairage (non normalisé).	
Bouton-poussoir.			

TABLEAU 1 *(suite et fin).*

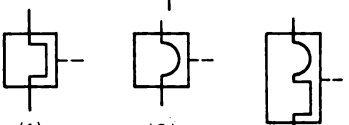
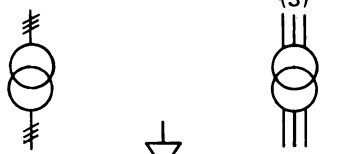
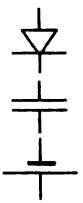
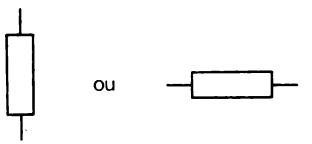
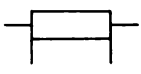
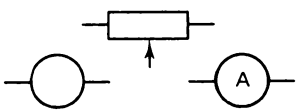
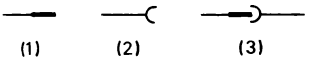
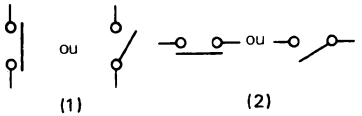
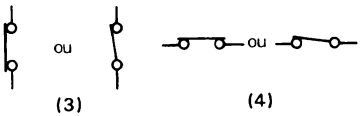
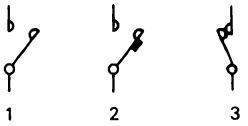
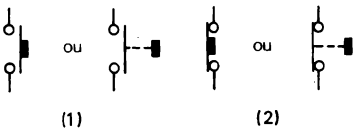
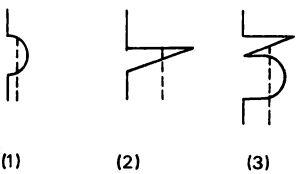
DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES POUR REPRÉSENTATION	
	unifilaire	multifilaire
Exemples : relais de surintensité à effet thermique (1), magnétique (2) ou magnétothermiques (3).		
7. - MATERIELS OU ELEMENTS DIVERS.		
Transformateur de tension triphasé.		
Redresseur.		
Condensateur.		
Pile ou accumulateur.		
Machine tournante : symbole général. On place à l'intérieur du cercle les symboles littéraux suivants : C : commutatrice ; G : génératrice ; GS : alternateur synchrone ; M : moteur ; MG : machine pouvant servir comme générateur ou comme moteur ; MS : moteur synchrone.		
Résistance.		
Shunt.		
Inductance.		
Potentiomètre.		
Appareil indicateur : symbole général et exemple d'un ampèremètre.		
Ligne de séparation (enveloppe).		

TABLEAU 3. Anciennes normes en voie de disparition.

DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES
Fiche de prise de courant (mâle) (1). Socle de prise de courant (femelle) (2). Fiche et prise associées (3).	
Exemple : fiche et prise bipolaires.	
Contacts : déplacement de l'élément mobile de la droite à gauche (1) ou de bas en haut (2).	
Exemples : – Contact de travail, ou de fermeture, ouvert au repos : (1) et (2). – Contact de repos, ou d'ouverture, fermé au repos : (3) et (4).	
– Contacteur (1) ; Disjoncteur (2) ; Rupteur (3).	
Bouton-poussoir ouvert au repos, représenté avec contact de fermeture : (1). Bouton-poussoir fermé au repos, représenté avec contact d'ouverture : (2).	
Lampe à incandescence.	
Bobine à maximum ou à minimum de courant : (1). Dispositif thermique agissant sur une liaison mécanique : (2). Dispositif magnétothermique agissant sur une liaison mécanique : (3).	

3e PARTIE

Méthode générale
d'établissement des schémas

2. - Représentation développée et semi-développée

Pour simplifier l'étude de chaque montage, nous utiliserons, pour les circuits monophasés :

— deux traits verticaux (ou horizontaux) figurant les conducteurs d'alimentation : phase et neutre, phase I et phase II ;

— un coupe circuit branché sur la phase (1) ;

— un appareil d'utilisation (lampe, par exemple) branché directement sur le neutre (1) ;

La *figure* 6 représente les trois éléments d'un circuit ; le poste de commande (interrupteur, par exemple) se situera en X.

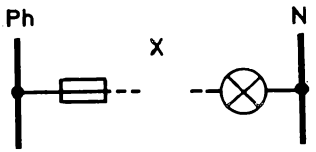


Fig. 6.

(1) Le coupe-circuit placé sur la phase, avant l'interrupteur, permet d'isoler l'installation et d'intervenir sur le matériel sans risque d'électrocution (dépannage, par exemple) lorsque le fusible est retiré. Si le coupe-circuit était branché à partir du neutre, il y aurait risque d'électrocution, même si le fusible était retiré.

I. - Schéma architectural

Ce schéma, établi sur le plan d'architecture des locaux, se présente vu de dessus. L'implantation du matériel, figurée par des symboles normalisés adaptés à ce schéma, est disposée à l'emplacement prévu.

Nous avons simplifié la représentation architecturale des locaux en utilisant les symboles des figures 1 à 5.

Fig. 1.
Mur ou cloison

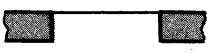


Fig. 2. — Fenêtre.

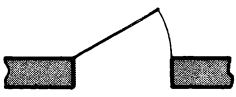


Fig. 3. — Porte à un vantail.

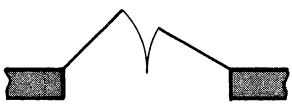


Fig. 4. — Porte à deux vantaux.

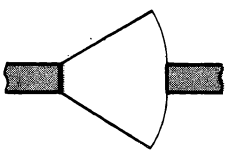


Fig. 5. — Porte double à deux vantaux.

Les échelles, couramment utilisées pour les plans d'architecture, sont les suivantes : 1 ; 2 ; 5 ; 10 cm/m (ou 0,01 ; 0,02 ; 0,05 ; 0,10 mm).

Un schéma architectural sera composé des symboles relatifs :

— aux appareils d'utilisation ;

Exemple : *lampe d'éclairage.*

— aux appareils de commande ;

Exemple : *commutateurs va-et-vient.*

— à la dépendance entre ces appareils (généralement traits interrompus).

La *figure* 8 représente l'installation en vue de face ; la cloison *a* représente la face de référence, les cloisons *b*, *c* et le plafond *d* sont rabattus.

La *figure* 9 représente l'installation en vue de dessus ; les traits figurant la canalisation située au plafond et celle en descente vers l'appareil de commande sont rabattus à l'intérieur de la pièce.

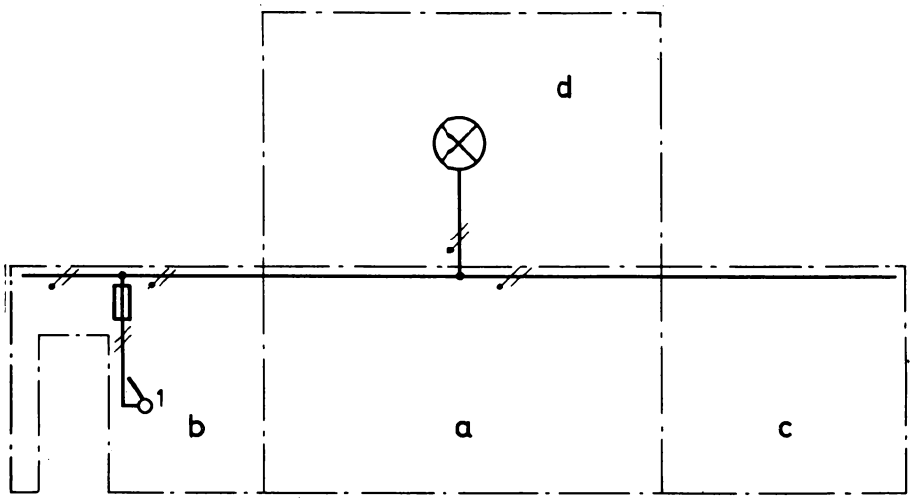


Fig. 8.

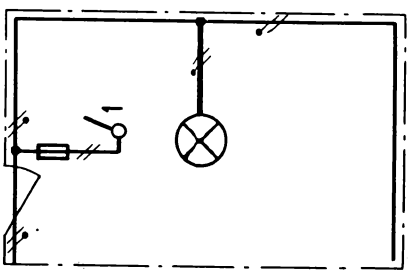


Fig. 9.

3. - Représentation multifilaire et unifilaire

Les schémas multifilaires et unifilaires doivent tenir compte de la disposition réelle du matériel. Ils doivent être tracés sur un même plan alors que le matériel occupe généralement des plans différents : plans horizontaux (plafond) et plans verticaux (murs).

Exemple. *Lampe installée au plafond et partie de canalisation horizontale passant sous le plafond ; interrupteur installé sur un mur et partie de canalisation verticale (du plafond à l'appareil).*

On peut utiliser deux modes de représentation : la vue de dessus de la pièce ou la vue de face.

Ces deux modes ne permettent pas de distinguer nettement tous les circuits.

La *vue de dessus* ne permet pas de suivre les canalisations qui dérivent vers les appareils de commande (en descente). On peut faire apparaître ces descentes en les rabattant de 90° à l'intérieur de la pièce et non à l'extérieur car, dans le cas de plusieurs pièces, les traits se superposeraient.

La *vue de face* ne permet pas de suivre le parcours des canalisations vers le milieu des pièces (alimentation des lampes centrales en plafond, par exemple) ni les parties de canalisation situées sur les cloisons autres que celles qui sont vues de face. On peut rabattre les parties qui n'apparaissent pas en vue de face.

Les schémas multifilaires et unifilaires relatifs aux installations électriques effectuées dans des locaux seront toujours représentés en *vue de dessus*. Celle-ci, en effet, a l'avantage de pouvoir représenter la totalité de l'installation sous une forme relativement simple.

La vue de face sera principalement utilisée pour la représentation des schémas de canalisations intérieures des tableaux d'équipement, par exemple.

La *figure* 7 représente une pièce vue en perspective avec l'emplacement du matériel (appareillage et canalisations).

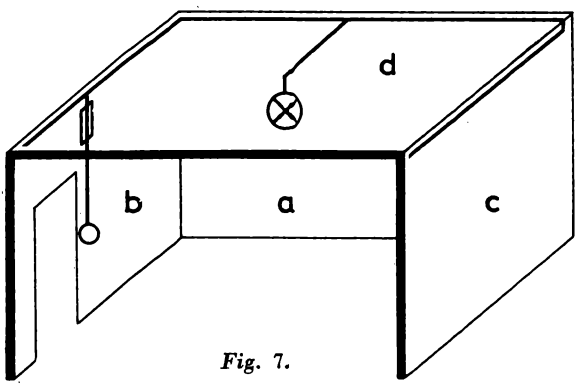


Fig. 7.

1.1.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

Cas d'un appareil à levier : *fig.* 3. Si l'on désire commander plusieurs lampes (alimentées sous la même tension) d'un endroit, ou couple celles-ci en dérivation.

Cas d'un appareil rotatif : *fig.* 4.

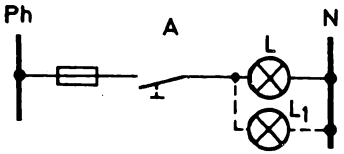


Fig. 3.
L_1 : lampe couplée en dérivation sur L.

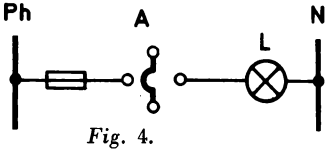


Fig. 4.

1.1.5. - APPAREILS UTILISÉS : *fig.* 5.

Fonctions à remplir	Désignation des appareils se prêtant à la fonction	N° référence	Symboles pour schémas			Observations
			architecturaux	unifilaires	multifilaires	
Etablir ou interrompre un circuit	Interrupteur unipolaire	1	1	1	a	Interrupteur ne possédant que deux positions (arrêt-marche). Il ne coupe qu'un seul conducteur. Emploi courant.
	Interrupteur bipolaire	2	2	2	b	Interrupteur ne possédant que deux positions (A. M.). Il coupe deux conducteurs. Emploi pour U > 150 V. Isolement meilleur de la ligne lorsque le circuit est coupé.
	Interrupteur à tirage					Interrupteur à tirage par chaîne, cordonnet, etc.
	Interrupteur unipolaire : modèle 1 à « levier »	1	1	1	c	Les interrupteurs figuré èn *a* et *b* sont du type « rotatif ». Ceux à « levier » ne sont pas normalisés. Pour l'exécution des schémas multifilaires et unifilaires on peut utiliser la représentation *c*.

4e PARTIE

Étude des différents montages

1. - Éclairage

1.1. - Commande d'un circuit électrique d'un endroit

Montage dit : « simple allumage ».

1.1.1. - APPLICATIONS

Ce montage est employé chaque fois que l'on désire commander une ou plusieurs lampes (ou des prises de courant), d'un endroit.

Eclairage d'une petite pièce généralement à une seule entrée : cuisine, W.-C., débarras, cabine téléphonique, etc.

Commande de prises de courant sur lesquelles pourront venir se brancher : lampadaire, applique, etc.

Alimentation de lampes de chevet, de bureau, etc. Dans ces cas on peut employer un interrupteur à fil souple remplissant le même rôle qu'un interrupteur ordinaire.

Le montage simple allumage peut être utilisé pour l'éclairage intermittent des W.-C., cabines téléphoniques, etc. Généralement la lampe est commandée par une targette électrique formant également verrou de fermeture de la porte.

1.1.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre un circuit, d'un endroit, à l'aide d'appareils à commande manuelle (*fig.* 1).

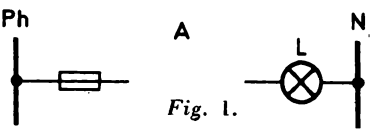
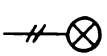
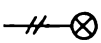
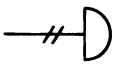
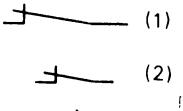
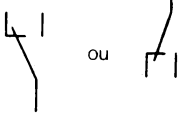


Fig. 1.

1.1.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau* 2.

	Action sur poste de commande A	Etat de L		Etat de A	Observations
1	Pas d'action.....	0	0		Le circuit est ouvert : L n'éclaire pas (éteinte).
2	Action	1	1		Le circuit se ferme : L s'allume.
3	Arrêt de l'action..	1	1		Le circuit reste fermé : L reste allumée.
4	Action	0	0		Le circuit s'ouvre : L s'éteint.
5	Arrêt de l'action..	0	0		Le circuit reste ouvert : L reste éteinte.

TABLEAU 1 *(suite).*

DÉSIGNATION DU MATÉRIEL	SYMBOLES POUR REPRÉSENTATION	
	unifilaire	multifilaire
2. - APPAREILS D'ECLAIRAGE ET DE SIGNALISATION.		
Lampe d'éclairage.		
Lampe de signalisation.		
Dispositif lumineux clignotant.		ou
Sonnerie.		
3. - CONTACTS.		
Ils doivent être représentés au repos, le déplacement de l'élément mobile pouvant s'effectuer dans n'importe quel sens. Néanmoins, sur un schéma, il est recommandé d'utiliser un même sens. La C.E.I. préconise « gauche vers droite » et « bas en haut ».		
Contact « fermeture » ou de travail (symbole général). – principal (1). – auxiliaire (2).		ou
Contact « ouverture » ou de repos (symbole général). – principal (1). – auxiliaire (2).		ou 
Contact à deux directions sans chevauchement (ouverture avant fermeture).		

1.1.6. - EXEMPLE.

Installation d'un lampe centrale dans une cuisine, commandée de la porte d'entrée par un interrupteur unipolaire, et d'une prise de courant située à la porte d'entrée.

- Schéma développé : *fig.* 6.
- Schéma architectural : *fig.* 7.

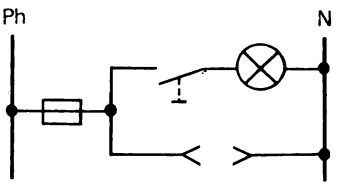


Fig. 6.

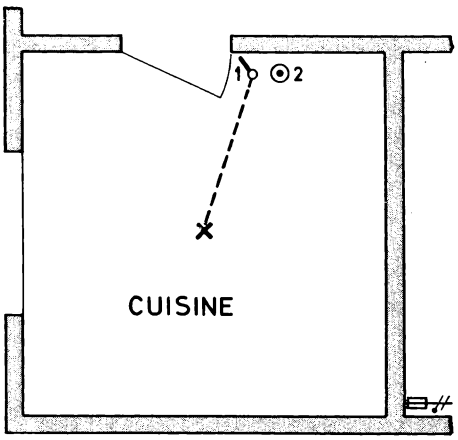


Fig. 7.

- Représentation multifilaire en vue de dessus : *fig.* 8.
- Représentation unifilaire en vue de dessus : *fig.* 9.

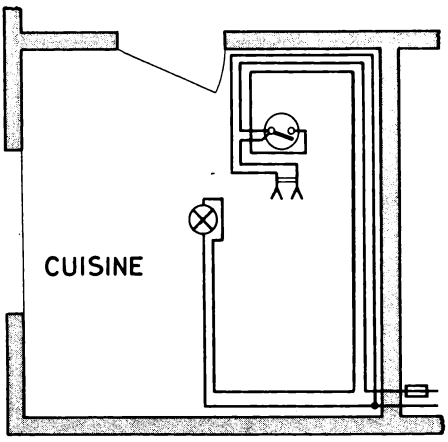


Fig. 8.

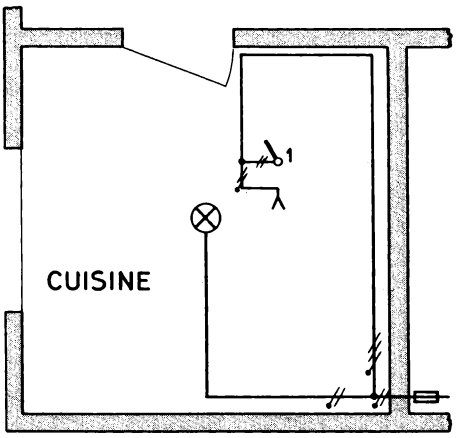


Fig. 9.

1.2. - Contrôle du fonctionnement d'une installation électrique

Montage dit « lampe témoin ».

1.2.1. - APPLICATIONS

Ce montage est utilisé pour le contrôle de la mise sous tension des circuits d'éclairage non visibles du point de commande : caves et greniers, penderies, W.C., chambres frigorifiques, arrière-boutiques, etc.

1.2.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre, d'un endroit, avec un appareil à commande manuelle le circuit d'une lampe témoin, lorsque le circuit comportant les lampes d'éclairage est fermé ou ouvert (*fig.* 1).

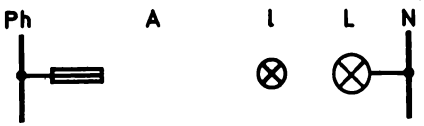


Fig. 1.

1.2.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : tableau 2

TABLEAU 2

	Action sur poste de commande A	Etat de L	Etat de *l*	Etat de A		Etats relatifs de L et *l*
1	Pas d'action.	0	0	0		
2	Action.	1	1	1	Vers l et L	ou
3	Arrêt de l'action.	1	1	1	Vers l et L	ou
4	Action.	0	0	0		
5	Arrêt de l'action.	0	0	0		

1.2.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

La lampe témoin peut être branchée en série dans le circuit dans le cas des faibles puissances installées (*fig.* 3) et en dérivation dans le cas des puissances plus importantes (*fig.* 4).

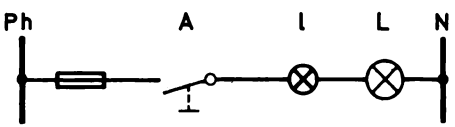


Fig. 3.

Cas d'un appareil rotatif : *fig.* 5.

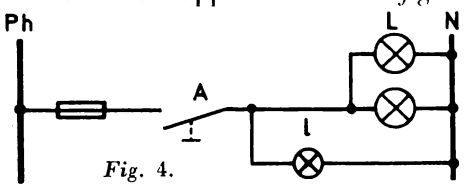


Fig. 4.

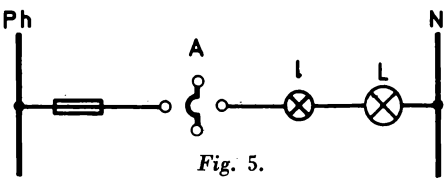


Fig. 5.

1.2.5. - APPAREILS UTILISÉS

Pour réaliser les montages ci-dessus on peut utiliser :

— soit un interrupteur spécial dit « interrupteur à lampe témoin » dont la représentation normalisée est celle de la *figure* 6 pour les schémas architecturaux et la *figure* 7 pour les schémas unifilaires. Les *figures* 8 et 9 représentent les symboles préconisés (non normalisés) pour les schémas multifilaires ;

— soit un interrupteur ordinaire et un support de lampe.

Fig. 6.

Fig. 7.

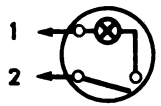


Fig. 8. — Interrupteur à lampe témoin série.
1. Vers L.
2. Vers coupe-circuit.

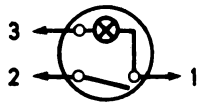


Fig. 9. — Interrupteur à lampe témoin dérivation.
1. Vers L.
2. Vers coupe-circuit.
3. Vers neutre.

1.2.6. - EXEMPLE

Installation de deux lampes d'éclairage dans une chambre frigorifique. Ces lampes seront commandées et contrôlées par un interrupteur à lampe témoin (dérivation) situé à l'extérieur de cette chambre frigorifique.

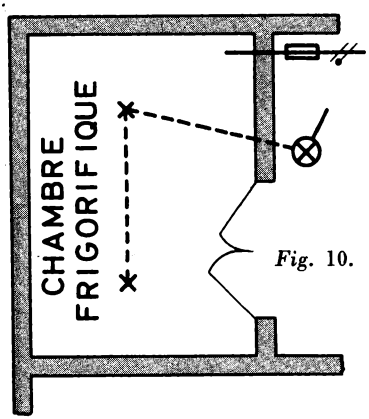


Fig. 10.

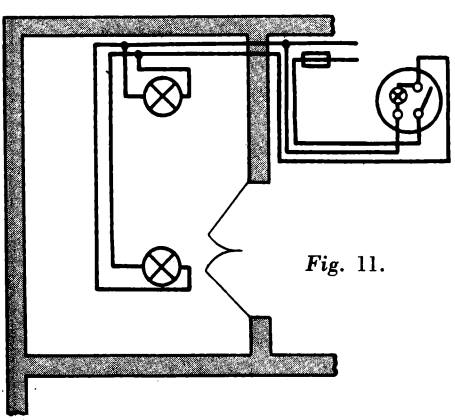


Fig. 11.

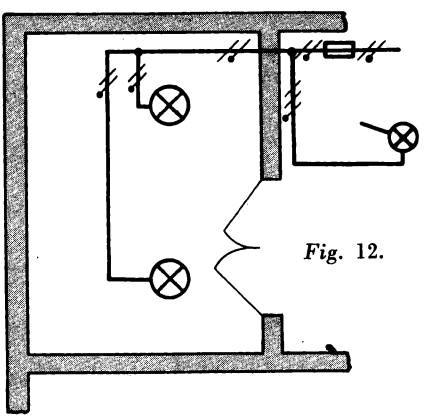


Fig. 12.

- Schéma développé : *fig.* 4.
- Schéma architectural : *fig.* 10.
- Schéma multifilaire en vue de dessus : *fig.* 11.
- Schéma unifilaire en vue de dessus : *fig.* 12.

1.3. - Commande simultanée ou séparée de deux circuits électriques différents d'un endroit

Montage dit : « double allumage » .

1.3.1. - APPLICATIONS

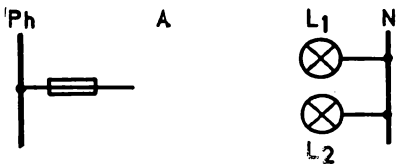
Ce montage est utilisé pour commander deux éclairages différents dans un même local : lustres de salle à manger, éclairage des vitrines de magasin, étalages, etc.

Chaque circuit commandé peut comprendre plusieurs lampes branchées en dérivation.

1.3.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir ou interrompre ensemble ou séparément deux circuits différents d'un endroit avec un appareil à commande manuelle (*fig.* 1).

Fig. 1.



1.3.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau* 2.

Action sur poste de commande A		Etat L_1	Etat L_2	Etat A_1		Etat A_2		Observations
1	Pas d'action.	0	0	0		0		Les circuits de L_1 et L_2 sont ouverts.
2	Action.	1	0	1		0		Seul le circuit de L_1 se ferme.
3	Arrêt de l'action.	1	0	1		0		Le circuit de L_1 reste fermé.
4	Action.	1	1	1		1		Les circuits de L_1 et L_2 sont fermés.
5	Arrêt de l'action.	1	1	1		1		Les circuits restent fermés.
6	Action.	0	1	0		1		Seul le circuit de L_1 s'ouvre.
7	Arrêt de l'action.	0	1	0		1		Le circuit de L_1 reste ouvert.
8	Action.	0	0	0		0		Le circuit de L_2 s'ouvre, celui de L_1 reste ouvert.
9	Arrêt de l'action.	0	0	0		0		Les circuits de L_1 et L_2 restent ouverts.

1.3.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE : *fig. 3* et *4*.

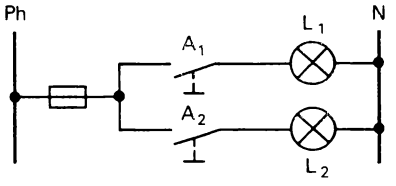


Fig. 3.

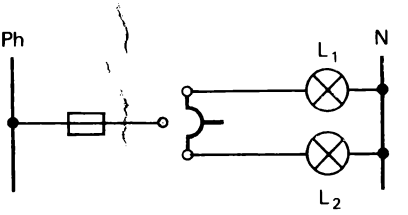


Fig. 4.

1.3.5. - APPAREILS UTILISÉS : *fig.* 5.

FONCTIONS A REMPLIR	DÉSIGNATION DES APPAREILS SE PRÊTANT A LA FONCTION	N° RÉFÉRENCE	SYMBOLE POUR SCHÉMAS			OBSERVATIONS
			ARCHITECTURAUX	UNIFILAIRES	MULTIFILAIRES	
Etablir ou interrompre ensemble ou séparément deux circuits différents d'un seul endroit.	Commutateur à deux directions pour simple et double allumage.	5			a	Ce commutateur peut occuper quatre positions différentes. La norme NF C61-120 indique comme numéro de fonction : 5.
	Commutateur double allumage à « levier ».	5			b	Le commutateur représenté en *a*, et normalisé, est du type « rotatif ». Pour les commutateurs du type à « levier », on peut utiliser le symbole *b*. Dans ce cas il est composé de deux interrupteurs simple allumage pouvant fonctionner séparément.

1.3.6. - 1er EXEMPLE

Installation d'un lustre central, deux allumages, commandé de la porte d'entrée.

- Schéma développé : *fig.* 3.
- Schéma architectural : *fig.* 6.
- Représentation multifilaire : *fig.* 7.

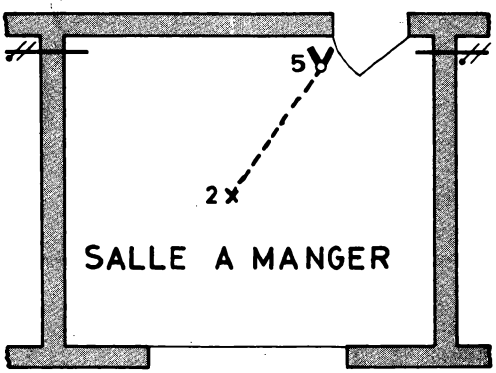


Fig. 6.

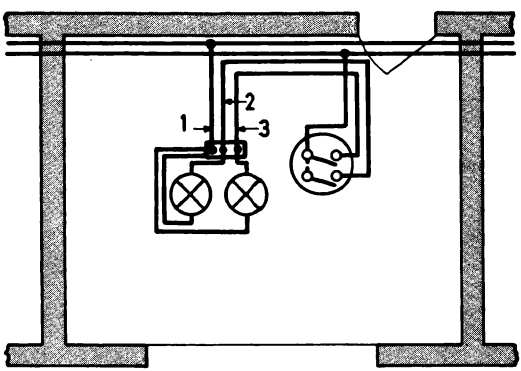


Fig. 7.

La *figure* 8 représente l'installation d'un lustre à quatre lampes.

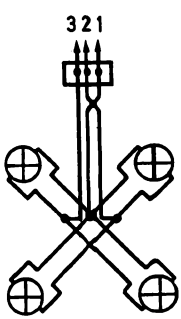


Fig. 8.

1.3.7. - 2° EXEMPLE

Installation de deux lampes en vitrine commandées simultanément ou séparément de la porte de l'arrière-boutique.

- Schéma développé : *fig.* 3.
- Schéma architectural : *fig.* 9.
- Représentation unifilaire : *fig.* 10.

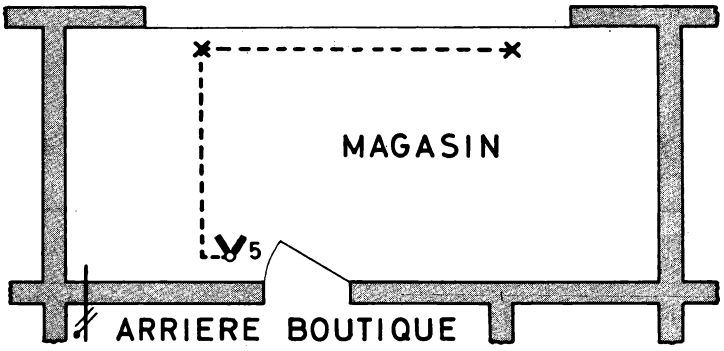


Fig. 9.

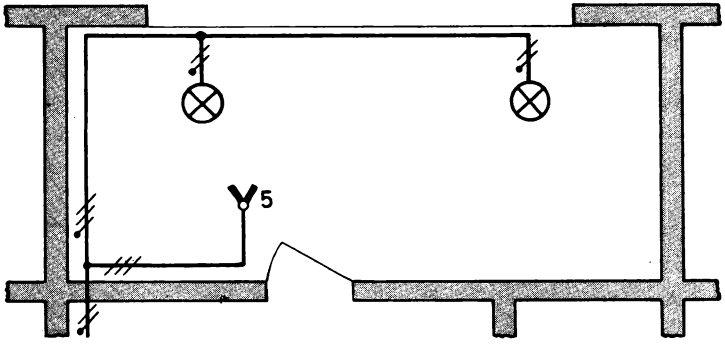


Fig. 10.

1.4. - Commande séparée de plusieurs circuits électriques d'un endroit

1.4.1. - APPLICATIONS

Ce montage est utilisé pour commander des éclairages différents, généralement dans un même local : luminaires situés dans une même pièce et ne devant pas fonctionner ensemble, enseignes lumineuses, éclairage de laboratoires de photographie (lampes rouge et blanche, par exemple), etc.

1.4.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir ou interrompre séparément plusieurs circuits, d'un endroit, avec un appareil à commande manuelle. *Fig.* 1 : Cas de deux circuits.

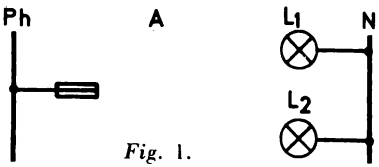
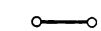
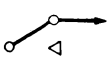
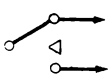
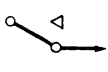
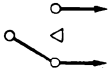
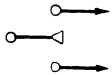
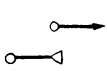


Fig. 1.

1.4.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : cas de deux circuits : *tableau* 2.

	Action sur poste de commande A	Etat L_1	Etat L_2	État de A		Observations
1	Pas d'action.	0	0	0		Les circuits de L_1 et L_2 sont ouverts.
2	Action pour L_1 seule.	1	0	1		Seul le circuit de L_1 se ferme.
3	Arrêt de l'action.	1	0	1		Le circuit de L_1 reste fermé.
4	Action pour L_2 seule.	0	1	0 1		Seul le circuit de L_2 se ferme.
5	Arrêt de l'action.	0	1	0 1		Le circuit de L_2 reste fermé.
6	Action pour arrêt.	0	0	0 0		Les circuits de L_1 et L_2 sont ouverts.
7	Arrêt de l'action.	0	0	0 0		Les circuits de L_1 et L_2 restent ouverts.

1.4.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE : *fig.* 3 et 4.

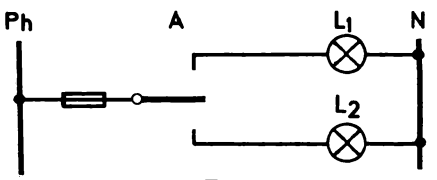


Fig. 3.

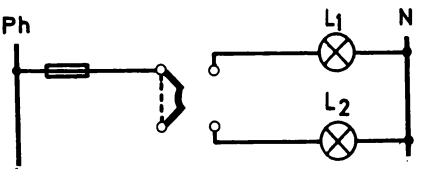
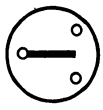
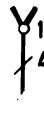
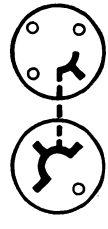
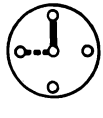


Fig. 4.

1.4.5. - APPAREILS UTILISÉS : *fig.* 5.

FONCTIONS A REMPLIR	DÉSIGNATION DES APPAREILS SE PRÊTANT A LA FONCTION	N° RÉFÉRENCE	SYMBOLES POUR SCHÉMAS			OBSERVATIONS
			ARCHITECTURAUX	UNIFILAIRES	MULTIFILAIRES	
Etablir ou interrompre séparément deux circuits d'un seul endroit.	Commutateur à deux directions avec arrêt	4				Ce commutateur peut occuper quatre positions différentes. Deux de ses plots sont reliés électriquement en permanence à l'intérieur de l'appareil. La norme NF C61-120 indique comme numéro de fonction : 4.
	Commutateur à deux directions avec arrêt, à levier, dit « va et vient plot mort »	4				Ce symbole, non normalisé, peut être utilisé pour les commutateurs à « levier ». Le couteau occupe trois positions. Le plot central ne comporte pas de borne de liaison avec l'extérieur.
Etablir ou interrompre séparément trois circuits d'un seul endroit.	Commutateur à trois directions séparées ou commutateur à trois directions pour simple allumage.	12				Ce commutateur est utilisé pour l'installation de trois lampes commandées d'un endroit et pouvant fonctionner séparément. Le symbole ci-dessous peut être utilisé également, mais il n'est pas normalisé.  Modèle " rotatif ".

Les *figures* 6 et 7 représentent les schémas développés d'une installation de trois lampes commandées d'un endroit et pouvant fonctionner séparément.

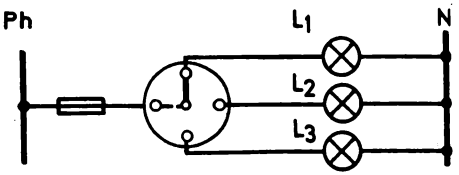


Fig. 6.

Dans la position actuelle du commutateur, seule la lampe L_1 est alimentée.

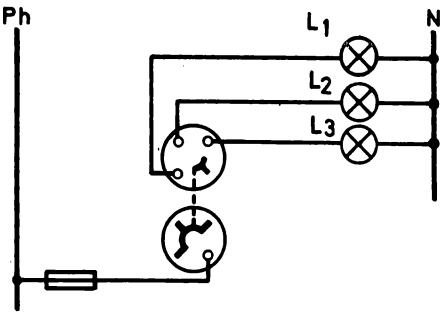


Fig. 7.

1.4.6. - EXEMPLE

Installation d'une lampe centrale et d'une lampe en applique fonctionnant séparément dans un laboratoire de photographie.

- Schéma développé : *fig.* 3.
- Schéma architectural : *fig.* 8.
- Schéma multifilaire : *fig.* 9.

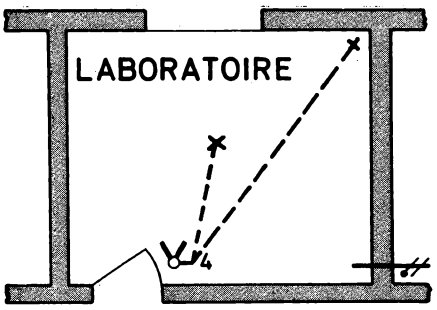


Fig. 8.

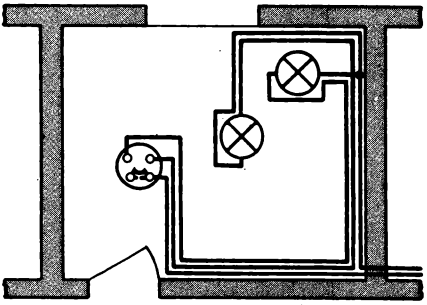


Fig. 9.

1.5. - Commande d'un circuit permettant de faire fonctionner des lampes normalement ou en " veilleuse "

Montage dit « veilleuse ».

1.5.1. - APPLICATIONS

Lorsqu'on veut obtenir, dans une pièce (dortoir, chambre d'hôpital, etc.) une demi obscurité, à certains moments, on peut commander séparément deux lampes fonctionnant en série (éclairage en veilleuse) et une seule lampe alimentée sous tension normale.

1.5.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir ou interrompre séparément plusieurs circuits, d'un endroit, avec un appareil à commande manuelle.

1.5.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR

L'analyse est identique à celle qui a été établie pour le montage relatif à la commande séparée de plusieurs circuits électriques d'un endroit (voir 1.4.3).

1.5.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE : *fig. 1.*

Utilisation d'un commutateur à levier.

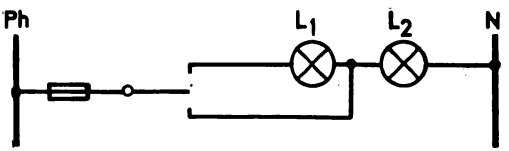


Fig. 1.

1.5.5. - APPAREILS UTILISÉS

Commutateur 4 à deux directions avec arrêt, à levier ou rotatif ; voir *fig.* 5, page 43.

1.5.6. - EXEMPLE

Installation de deux lampes commandées de la porte d'entrée d'une chambre et pouvant fonctionner comme suit : une lampe seule sous tension normale (lampe centrale), deux lampes en veilleuse (lampe centrale et lampe tête de lit), extinction des deux lampes.

- Schéma développé : *fig.* 1.
- Schéma architectural : *fig.* 2.
- Schéma multifilaire : *fig.* 3.

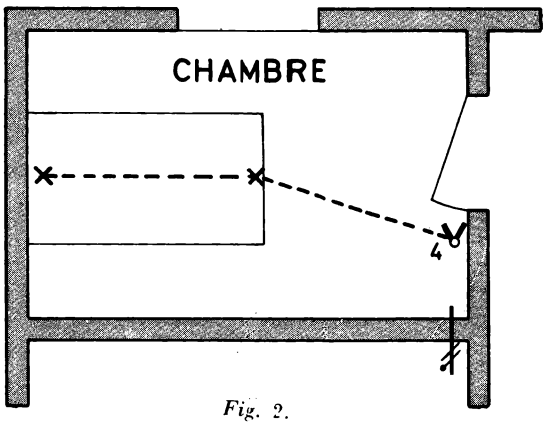


Fig. 2.

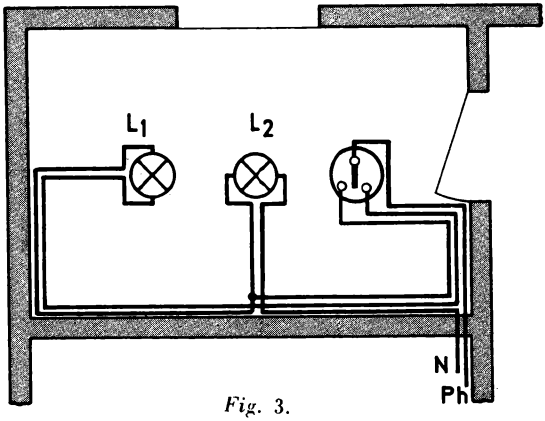


Fig. 3.

1.6. - Commande d'un circuit électrique de plusieurs endroits avec des appareils à commande manuelle.

Montage dit : " Va-et-vient " et " Cage d'escalier ".

1.6.1. - APPLICATIONS

Ce montage est utilisé pour commander des lampes de différents endroits : grandes pièces, pièces à deux entrées, couloirs, vestibules, chambres, montées d'escalier, garages, etc.

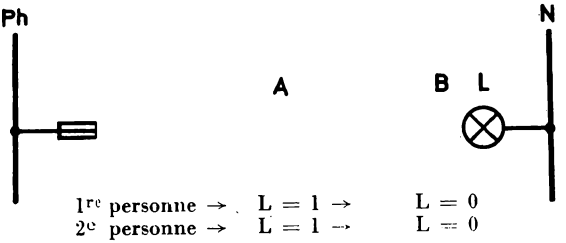


Fig. 1.

1.6.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre un circuit de x endroits avec des appareils à commande manuelle (*fig.* 1).

1.6.3. - CAS DE LA COMMANDE D'UNE LAMPE DE DEUX ENDROITS (va-et-vient).

- Analyse de la fonction à remplir : *tableau* 2.

	Action sur postes de commande		Etat de la lampe	Etat de		Observations
	A	B		A	B	
1	Pas d'action.	Pas d'action.	0			On peut prévoir l'utilisation de deux interrupteurs simple allumage. Pour que le circuit soit fermé il fallait que B soit fermé.
2	Action.	Pas d'action.	1			
3	Arrêt de l'action.	Pas d'action.	1			
4	Pas d'action.	Action.	0			
5	Pas d'action.	Arrêt de l'action.	0			
6 7 8	Action.	Pas d'action.	1		a b	Pour que le circuit se ferme il est nécessaire que a et b soit reliés électriquement.

- Représentation développée : *fig.* 3 et 4.

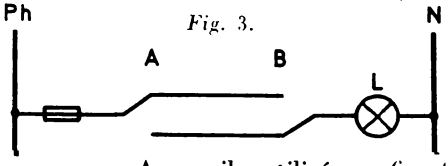


Fig. 3.

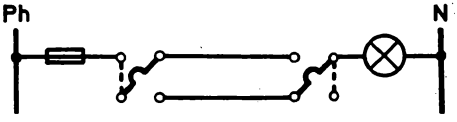


Fig. 4.

- Appareils utilisés : *fig.* 8, page 49.

1.6.4. - CAS DE LA COMMANDE D'UNE LAMPE DE TROIS ENDROITS (cage d'escalier).

● Analyse de la fonction à remplir : *fig.* 5.

Chacun des postes doit permettre l'établissement ou l'interruption du circuit. On peut donc utiliser un commutateur va et vient pour chacun des points A et B puisque ces deux postes de commande doivent répondre aux mêmes fonctions que celles qui ont été définies pour la commande d'une lampe de deux endroits (va-et-vient).

Le poste C doit également permettre l'établissement et l'interruption du circuit et, en plus, ne pas gêner le fonctionnement des points A et B. Il doit donc assurer la continuité des navettes dans chacune des deux positions. On pourra utiliser un commutateur inverseur (ou permutateur) du type à levier ou rotatif.

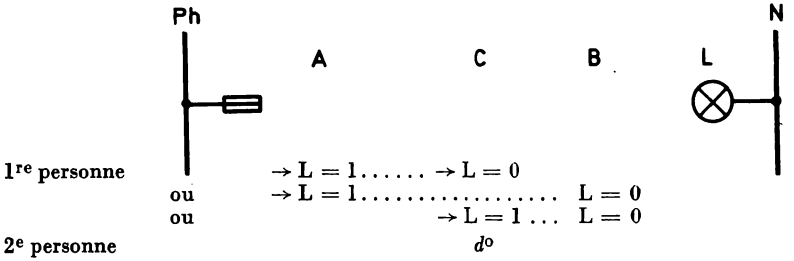


Fig. 5.

• Représentation développée : *fig.* 6 et 7.

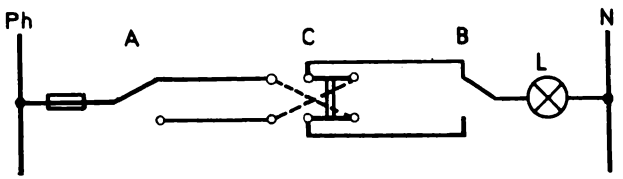


Fig. 6.

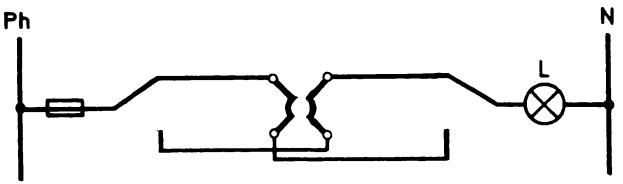
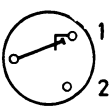
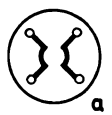
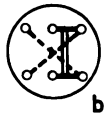


Fig. 7.

• Appareils utilisés : *fig. 8.*

Fonction à remplir	Désignation des appareils se prêtant à la fonction	N° de réf.	Symboles pour schémas			Observations
			architecturaux	unifilaires	multifilaires	
Etablir ou interrompre un circuit de deux endroits.	Commutateur à deux directions sans arrêt dit « va-et-vient ».	6				Ce commutateur peut occuper quatre positions. Deux plots sont reliés électriquement en permanence à l'intérieur de l'appareil (point commun). La norme NF C 61-120 indique comme numéro de fonction : 6.
	Commutateur va-et-vient à « levier ».					Le commutateur normalisé représenté en *a* est du type « rotatif ». Pour les commutateurs à « levier » on peut utiliser les symboles *b* ou *c*. Le couteau, qui ne peut être que dans la position 1 ou 2, n'occupe jamais de position intermédiaire (commutateur dit : « sans arrêt »).
	Commutateur inverseur (ou permutateur).	7				Ce commutateur peut occuper quatre positions. La norme NF C 61-120 indique comme numéro de fonction : 7.
Etablir ou interrompre un circuit d'un nombre quelconque d'endroits.	Commutateur inverseur type à « levier ».	7				Le commutateur inverseur normalisé, représenté en *a*, est du type « rotatif ». On peut utiliser le symbole *b* pour les commutateurs du type à « levier ». Les couteaux ne peuvent occuper que deux positions (pas de position d'arrêt).

1.6.5. - CAS DE LA COMMANDE D'UNE LAMPE DE PLUS DE TROIS ENDROITS

Les fonctions à remplir par chacun des appareils sont identiques à celles que nous avons définies dans le cas précédent de la commande d'une lampe de trois endroits.

Si x représente le nombre de postes de commande, l'installation comportera donc deux va-et-vient et $x - 2$ commutateurs inverseurs.

La *figure* 9 représente le schéma de l'installation d'une lampe commandée de cinq endroits.

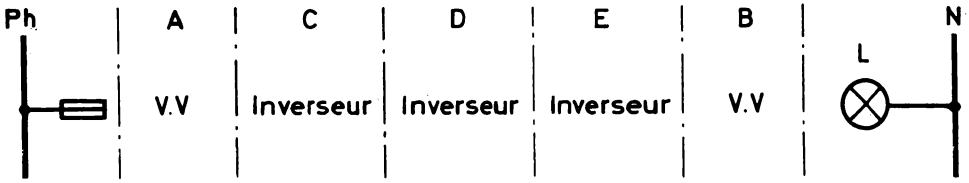


Fig. 9. — Pour 5 postes de commande il faut utiliser 2 va-et-vient et 3 commutateurs inverseurs.

1.6.6. - CAS PARTICULIERS DE MONTAGES VA-ET-VIENT

■ Lorsque la distance entre les deux points de commande est grande et lorsque les conducteurs d'alimentation sont accessibles sur tout le parcours, on peut économiser le conducteur de retour. La protection complète du circuit nécessite l'utilisation de deux coupe-circuit.

. La *figure* 10 représente le schéma développé d'une lampe commandée des points A et B et la *figure* 11 le schéma multifilaire.

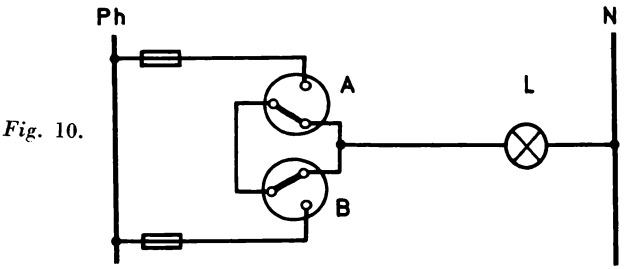


Fig. 10.

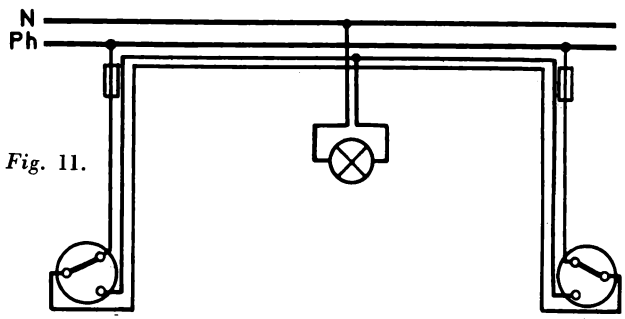


Fig. 11.

◆ Les *figures* 12 et 13 représentent une variante du montage va-et-vient remplissant les fonctions des montages précédents. Cette disposition est à éviter car dans chacun des deux commutateurs les deux pôles du secteur aboutissent à deux plots très rapprochés qui risquent de provoquer un court-circuit.

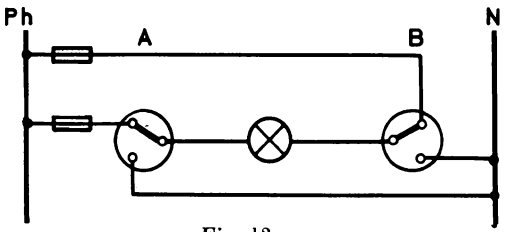


Fig. 12.

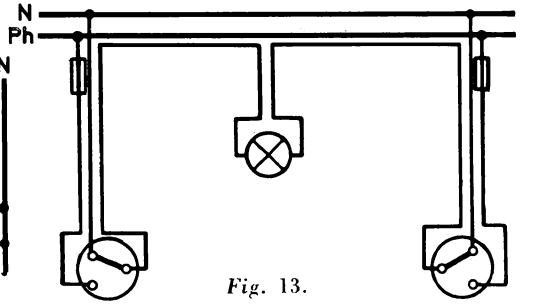


Fig. 13.

◆ Le montage va-et-vient peut être utilisé pour la commande séparée de deux lampes d'éclairage de deux points. Les lampes ne peuvent jamais s'allumer ensemble.

La *figure* 14 représente le schéma développé d'une telle installation.

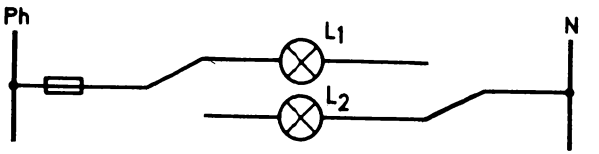


Fig. 14.

◆ La *figure* 15 représente le schéma développé d'une installation relative à l'allumage et à l'extinction successifs des lampes L_1, L_2, L_3 dans une cave, par exemple.

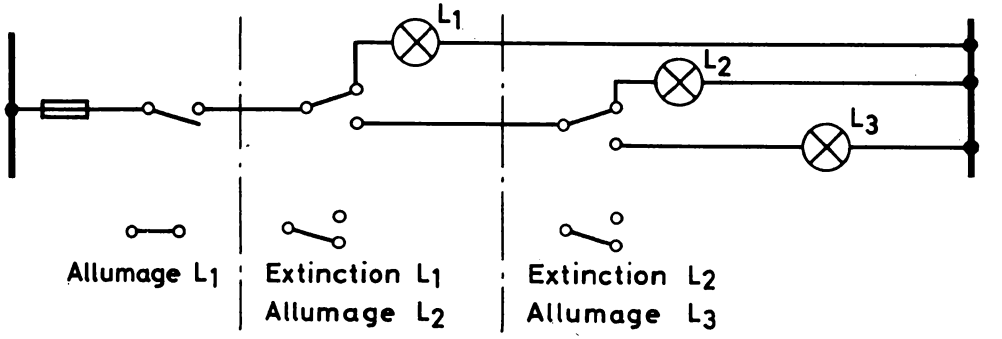


Fig. 15.

1.6.7. - EXEMPLES

1er **Exemple.** — *Installation de deux lampes situées dans un couloir et commandées ensemble de la porte d'entrée (côté palier) et de la porte chambre.*

- Schéma développé : *fig.* 3, page 47.
- Schéma architectural : *fig.* 16.
- Représentation unifilaire : *fig.* 17.

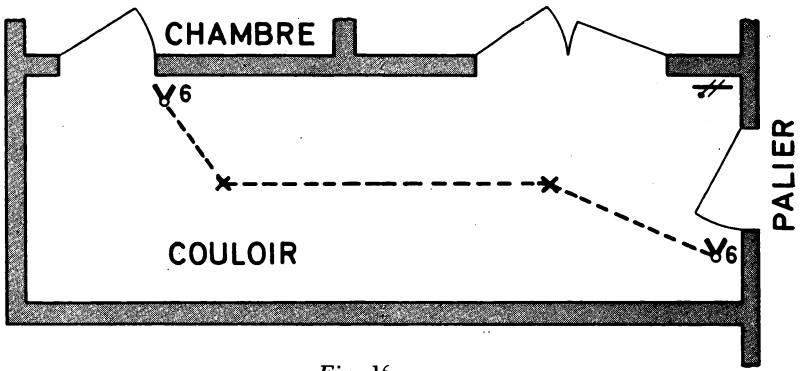


Fig. 16.

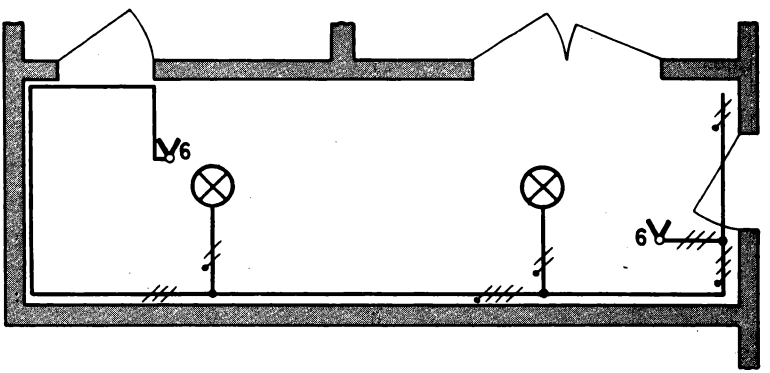


Fig. 17.

2e **Exemple.** — *Installation de deux lampes situées dans une entrée et commandées ensemble des portes : palier, bureau, salle à manger, cuisine.*

- Schéma développé : *fig.* 6, page 48.
- Schéma architectural : *fig.* 18.
- Représentation multifilaire : *fig.* 19.

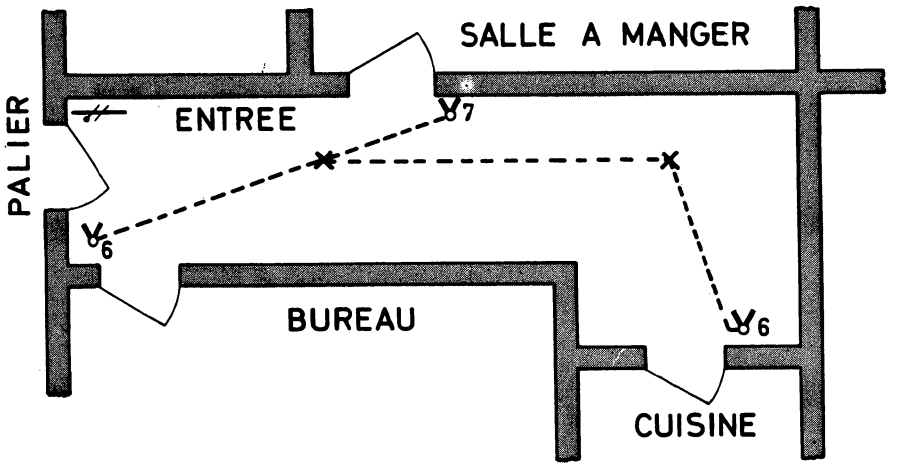


Fig. 18.

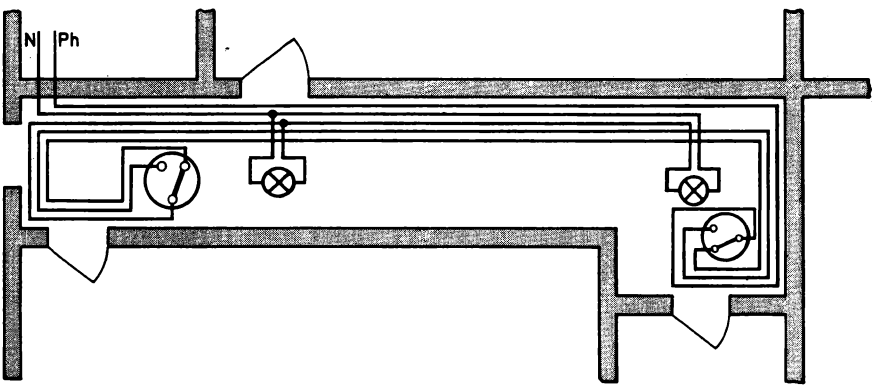


Fig. 19.

3e Exemple. — *Installation de quatre lampes en applique (une par étage) commandées ensemble par quatre commutateurs (un par étage) situés sur le palier, à gauche de chaque porte d'entrée d'appartement.*

- Schéma développé : *fig.* 6, page 48.
- Schéma architectural : *fig.* 20.
- Représentation unifilaire : *fig.* 21.

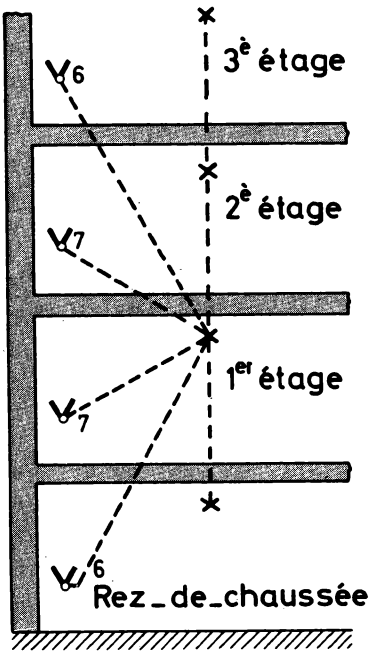


Fig. 20.

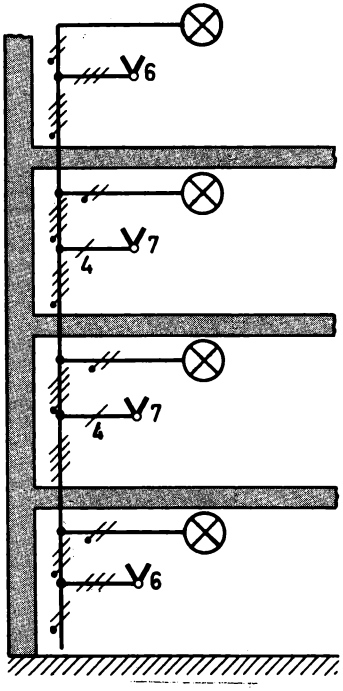


Fig. 21.

1.7. - Commande d'un circuit électrique de plusieurs endroits avec un appareil à commande électrique (Télérupteur)

1.7.1. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre un circuit principal de plusieurs endroits par la commande manuelle d'un interrupteur à commande électrique (*fig.* 1).

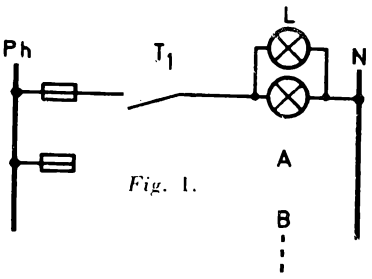


Fig. 1.

1.7.2. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau 2.*

Ce montage répond à l'analyse définie au chapitre précédent 1.6.3.

	Action sur chacun des postes de commande	Etat de L	Télérupteur	
			bobine	contact
1	Pas d'action.....	0	0	0
2	Action.....	1	1	1
3	Arrêt de l'action	1	0	1
4	Action.....	0	1	0
5	Arrêt de l'action	0	0	0
6	Action.....	1	1	1
.		.	.	.
.		.	.	.
.		.	.	.

1.7.3. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

Figure 3. Alimentation du circuit principal d'utilisation et du circuit de commande de l'interrupteur par une même source d'alimentation (secteur 220 V, par exemple).

Figure 4. Alimentation du circuit principal d'utilisation distincte de l'alimentation du circuit de commande. Exemple : lampe fonctionnant sous 220 V et bobine alimentée en T.B.T. (8 V par exemple).

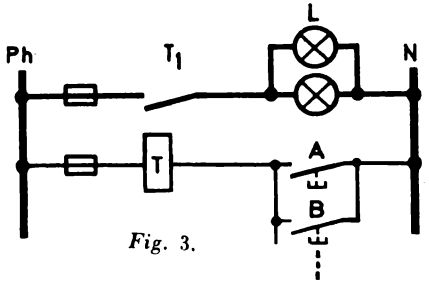


Fig. 3.

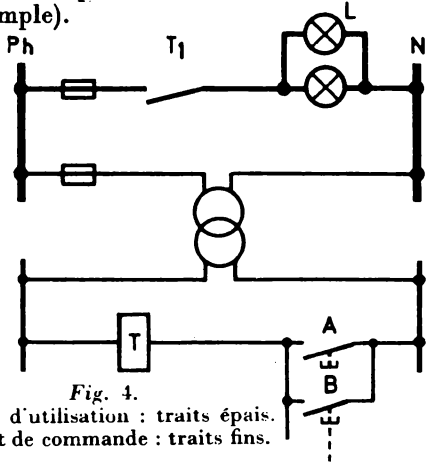


Fig. 4.
Circuit d'utilisation : traits épais.
Circuit de commande : traits fins.

1.7.4. - APPAREILS UTILISÉS

La *figure* 5 représente les symboles normalisés d'un télérupteur.

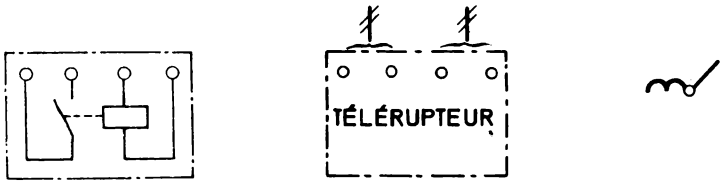


Fig. 5. — Symboles pour schémas :
1 : multifilaire.
2 : unifilaire.
3 : architectural.

1.7.5. - APPLICATIONS

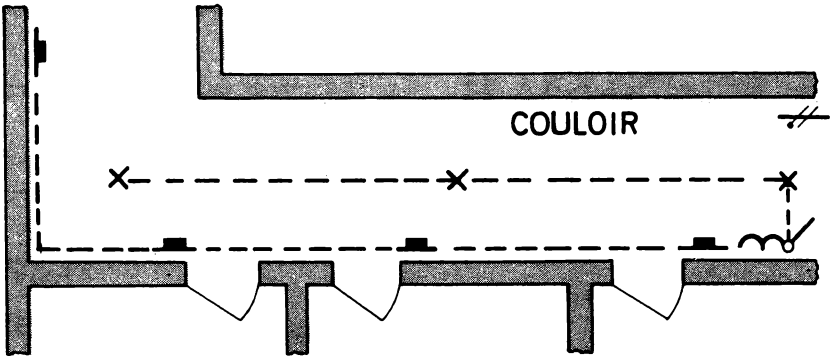
Ce montage est utilisé pour l'éclairage des escaliers, des grandes salles où l'on pénètre par plusieurs points, des couloirs, etc., dans les écoles, hôpitaux, banques, etc. Il permet de commander par boutons-poussoirs, d'un nombre illimité de points, les circuits d'éclairage ou de force. Il remplace avantageusement tous systèmes de commutateurs 6 et 7 et permet de faire l'installation des boutons en très basse tension.

1.7.6. - EXEMPLE

Installation de trois lampes éclairant le couloir d'une école et commandées de quatre points. L'alimentation de la bobine se fera en T.B.T.

- Schéma développé : *fig.* 4 (page 55).
- Schéma architectural : *fig.* 6.

Fig. 6.



- Schéma multifilaire : *fig.* 7.
- Schéma unifilaire : *fig.* 8.

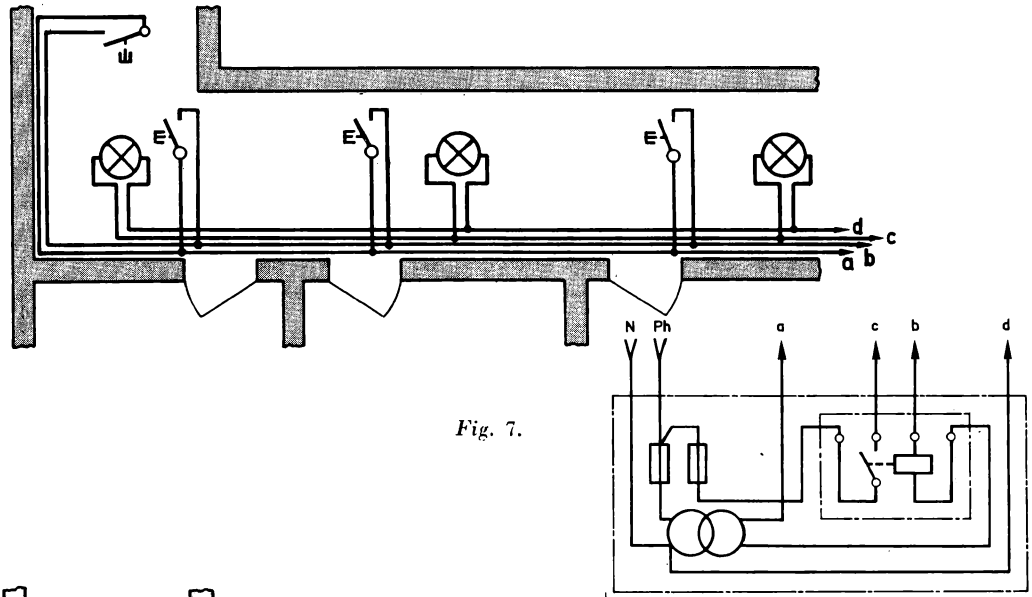
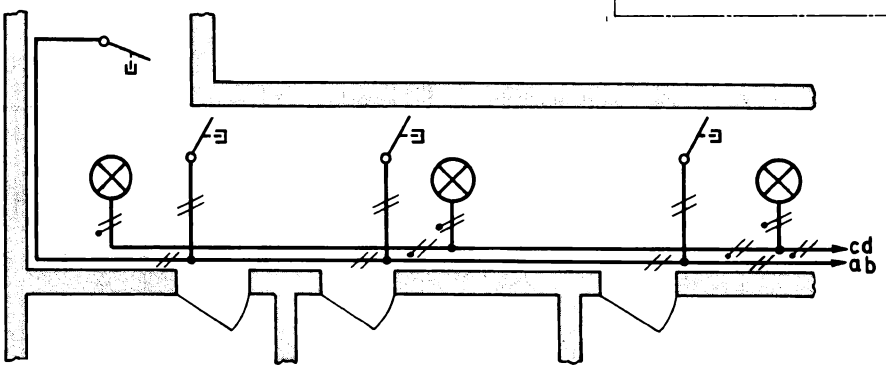


Fig. 7.



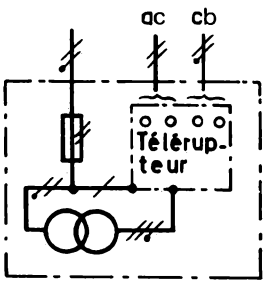


Fig. 8.

1.8. - Commande d'un circuit électrique de plusieurs endroits avec un appareil à commande électrique dont l'ouverture est automatique et retardée (Minuterie).

1.8.1. - FONCTION A REMPLIR

De plusieurs endroits :

— établir un circuit principal par commande manuelle d'un interrupteur à commande électrique ;

— interrompre automatiquement (sans intervention manuelle) ce circuit principal, après un temps préréglé.

1.8.2. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau 1.*

	Action sur postes de commande A ou B ou... X	Etat de L	Minuterie	
			Bobine	Contact
1	Pas d'action	0	0	0
2	Action.	1	1	1
3	Arrêt de l'action.	1	0	1
4	Sans action après un certain temps.	0 arrêt automatique	0	0

1.8.3. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE : *fig. 2.*

Cette représentation est identique à celle utilisée pour le télérupteur, seul le symbole de l'interrupteur retardé à l'ouverture change.

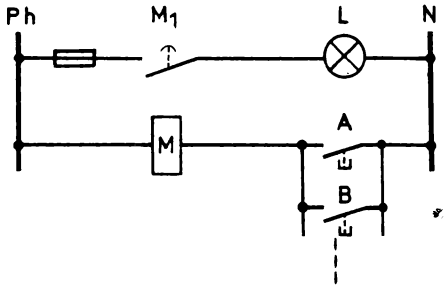


Fig. 2.

1.8.4. - APPAREILS UTILISÉS

La *figure* 3 représente les symboles normalisés d'une minuterie.

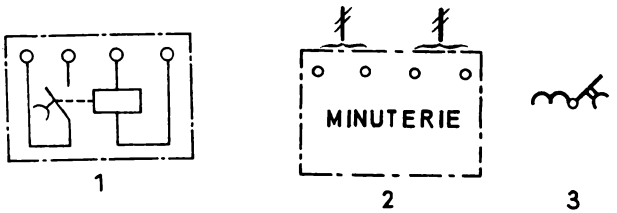


Fig. 3. – Symboles pour schémas : 1 : multifilaire. 2 : unifilaire. 3 : architectural.

1.8.5. - APPLICATIONS

Pour éviter que des lampes d'éclairage ne restent, par oubli, constamment allumées, on les commande par une minuterie. Ce montage est principalement utilisé pour l'éclairage des escaliers d'immeuble.

On peut adjoindre à la minuterie un commutateur permettant les combinaisons électriques suivantes :

— *Position « Minuterie »* : fonctionnement de l'installation d'éclairage sur minuterie, la nuit, aux heures creuses de passage (après 22 heures, par exemple).

— *Position « fixe »* : lampes d'éclairage branchées directement sur secteur aux heures passagères (rentrée des locataires entre 18 et 22 heures, par exemple).

— *Position « arrêt »* : l'installation est coupée dans la journée (période de jour).

Ce montage est utilisé dans les cages d'escalier d'immeubles importants lorsqu'il y a un concierge de surveillance. Il évite le fonctionnement continuel de la minuterie aux heures fixes d'entrées et de sorties des locataires. Il permet la coupure du circuit minuterie pendant le jour et son fonctionnement aux heures creuses.

La *figure* 4 représente le schéma développé d'un tel montage.

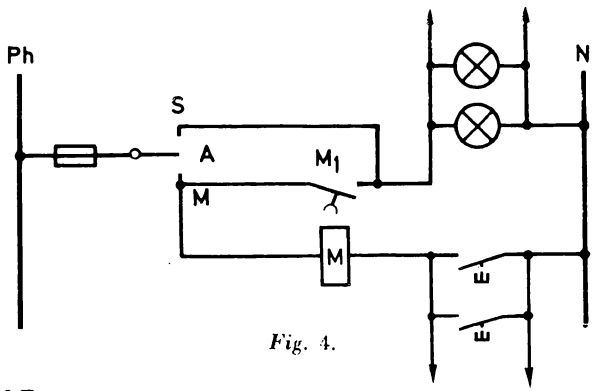


Fig. 4.

1.8.6. - EXEMPLE

Installation de trois lampes situées dans l'escalier (une par étage) d'un immeuble et d'une lampe située dans le couloir fonctionnant avec une minuterie. Ces lampes sont commandées de la porte d'entrée de l'immeuble et de chacun des trois étages. La minuterie sera placée dans la loge de la concierge.

Les lampes pourront être alimentées directement par le secteur, fonctionner sur minuterie, rester éteintes. La bobine sera alimentée en basse tension.

- Schéma développé : *fig.* 4.
- Schéma architectural : *fig.* 5 (page 60).
- Schéma multifilaire : *fig.* 6 (page 60).

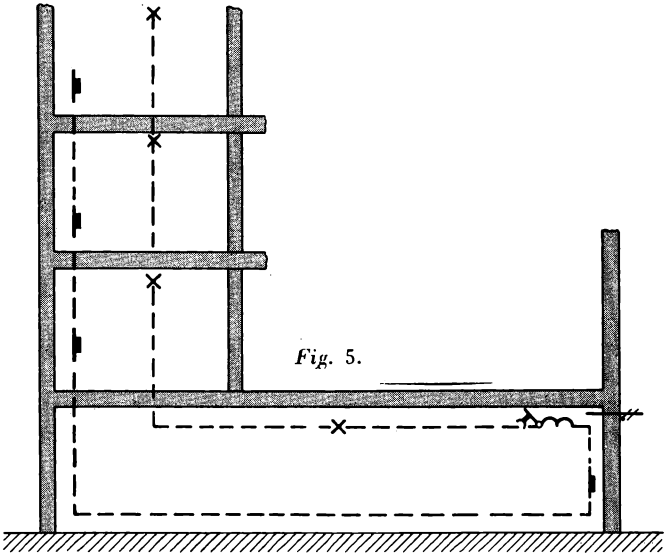


Fig. 5.

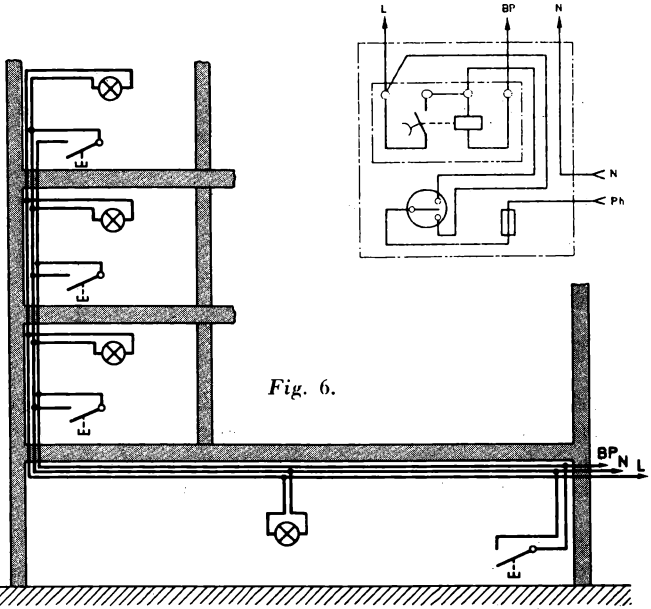


Fig. 6.

1.9. - Commande séparée de deux circuits électriques de deux endroits

Montage dit : « chambre d'hôtel ».

1.9.1. - APPLICATION

Ce montage était utilisé dans les chambres d'hôtel afin de réduire le gaspillage de courant du fait de l'impossibilité d'utiliser simultanément les deux éclairages. Il tend, depuis quelques années, à disparaître.

1.9.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir ou interrompre séparément deux circuits de deux endroits avec un appareil à commande manuelle (*fig.* 1).

L'appareil A doit permettre d'allumer ou d'éteindre L_1 ou L_2 selon la position de B. L'appareil B doit permettre d'allumer ou d'éteindre L_1 ou L_2 dans chacune des positions de A.

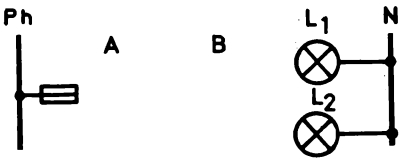


Fig. 1.

1.9.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau 2.*

	Action sur postes de commande		Etat	
	A	B	L_1	L_2
1	Pas d'action	Pas d'action	0	0
2	Action	Pas d'action	1	0
3	Arrêt de l'action	Pas d'action	1	0
4	Pas d'action	Action	0	1
5	Pas d'action	Arrêt de l'action	0	1
6	Pas d'action	Action	0	0
7	Pas d'action	Arrêt de l'action	0	0

1.9.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE : *fig. 3.*

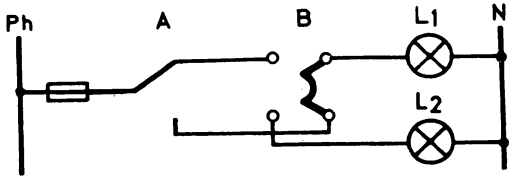


Fig. 3.

1.9.5. - APPAREILS UTILISÉS : *fig. 4.*

FONCTION A REMPLIR	DÉSIGNATION DES APPAREILS SE PRÊTANT A LA FONCTION	N° RÉFÉRENCE	SYMBOLES POUR SCHÉMAS			OBSERVATIONS
			ARCHITECTURAUX	UNIFILAIRES	MULTIFILAIRES	
Etablir ou interrompre séparément deux circuits de deux endroits.	Commutateur pour chambre d'hôtel	13				Ce commutateur peut occuper quatre positions. La norme NF C 61-120 indique comme numéro de fonction : 13.

Fig. 4.

1.9.6. - EXEMPLE

Installation d'une lampe centrale et d'une lampe tête de lit (ou toilette) pouvant être commandées séparément de la porte d'entrée de la chambre et du lit.

- Schéma développé : *fig.* 3 (page 61).
- Schéma architectural : *fig.* 5.

La lampe 2 doit s'allumer en entrant dans la pièce par le commutateur 6.

L'extinction de la lampe 2 et l'allumage de la lampe 1 s'effectuent par le commutateur 13 et réciproquement.

- Schéma multifilaire : *fig.* 6.

Selon la position où est resté le commutateur 13, placé généralement à la tête du lit, on peut allumer en entrant à l'aide du commutateur 6 l'une des deux lampes 1, 2. Avec le commutateur 13 on peut allumer 1 ou 2 ou éteindre complètement.

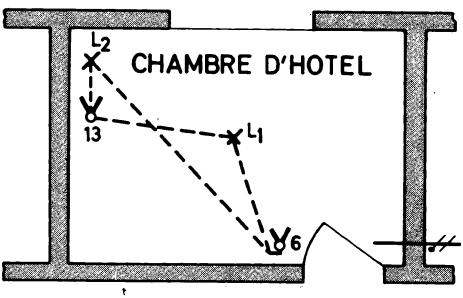


Fig. 5.

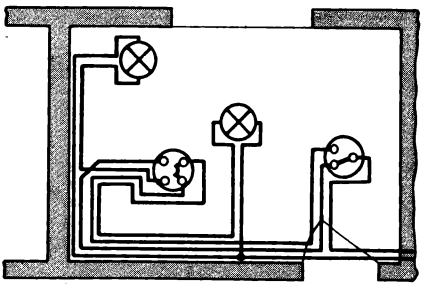


Fig. 6.

1.9.7. - VARIANTE DU MONTAGE « CHAMBRE D'HOTEL »

Cas particulier. De la porte d'entrée on désire allumer la lampe 1 (centrale) ou la lampe 2 (toilette), ou éteindre les deux. De la tête du lit on désire allumer ou éteindre 1 (si 2 n'est pas allumée). Les lampes 1 et 2 ne peuvent jamais être allumées en même temps.

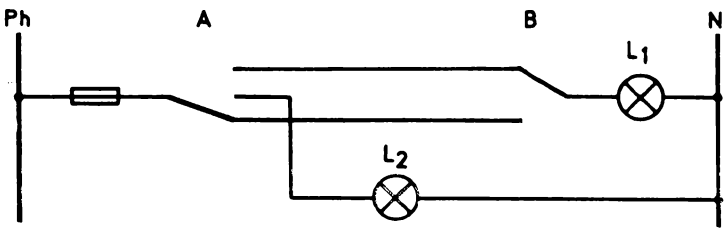


Fig. 7.

La *fig.* 7 représente le schéma développé d'une telle installation qui utilise un commutateur à trois directions (porte d'entrée) et un commutateur va-et-vient (poire tête de lit).

1.9.8. - MONTAGE DIT « CHAMBRE D'HOPITAL »

Ce montage permet, d'un poste de commande placé à la porte d'entrée d'une chambre, par exemple, d'allumer deux lampes branchées en série ou l'une des deux. Il permet également la même commutation d'un autre poste de commande placé à la tête du lit, par exemple.

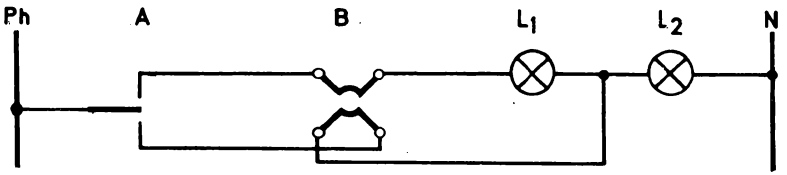


Fig. 8.

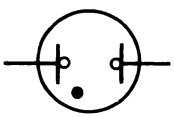
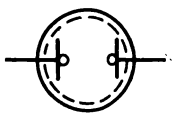
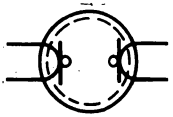
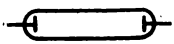
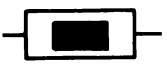
La *figure* 8 représente le schéma développé d'un tel montage.

Position des commutateurs		Lampes		Position des commutateurs		Lampes	
A	B	L_1	L_2	A	B	L_1	L_2
		Série	Série			0	1
		0	0			0	0
		0	1			Série	Série

1.10. - Éclairage par tubes fluorescents et luminescents [1]

1.10.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau* 1.

TABLEAU 1

DÉSIGNATION	SYMBOLES	DÉSIGNATION	SYMBOLES
Lampe à décharge à luminescence, à cathode froide ou à cathode chauffée ioniquement. Le point indique la présence de gaz ou de vapeur ; il peut être remplacé par le symbole chimique du gaz ou de la vapeur utilisés. *Exemples d'application :* Lampe à vapeur de mercure.		Lampe à décharge avec écran fluorescent (lampe fluorescente).	
		Lampe fluorescente avec préchauffage.	
		Tube à luminescence.	
		Ballast ou autres auxiliaires pour lampe à décharge.	

1.10.2. - TUBES FLUORESCENTS

La *figure* 2 représente le schéma développé d'un tube fluorescent à basse tension, à allumage différé par relais d'amorçage (ou starter).

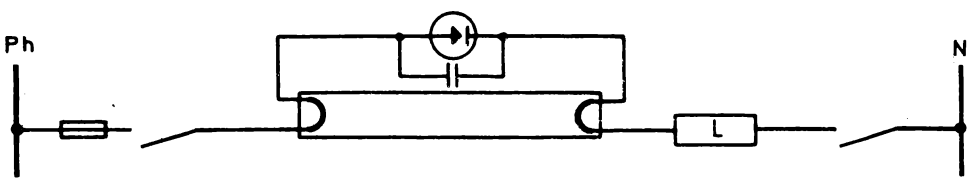


Fig. 2.

(1) Voir *Technologie*, tome 2, de Heiny et Capliez. Ed. Foucher.

La *figure* 3 représente le montage de deux tubes en « duo ».

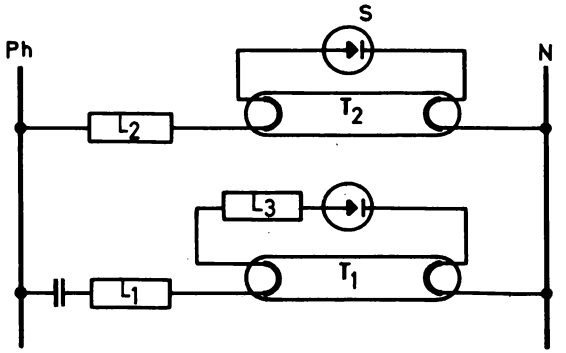


Fig. 3.
T_1, T_2. Tubes fluorescents.
L_1, L_2. Inductances de stabilisation des tubes T_1, T_2.
L_3. Inductance d'amorçage du tube T_1.
C. Condensateur de déphasage.
S. Starter.

La *figure* 4 représente un tube fluorescent à allumage instantané avec électrodes auxiliaires permettant le préamorçage de la lampe.

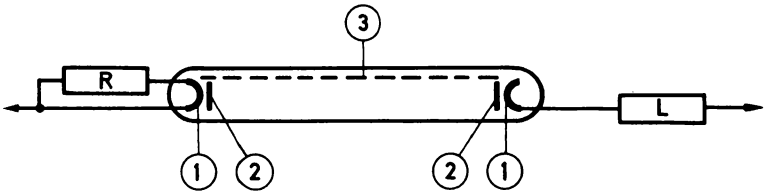


Fig. 4.

1. Electrodes principales émissives.
2. Electrodes auxiliaires.
3. Trait conducteur et résistance de protection R.
L. Inductance ou autotransformateur à fuite.

1.10.3. - TUBES LUMINESCENTS

La *figure* 5 représente le schéma développé du montage de deux tubes luminescents en série.

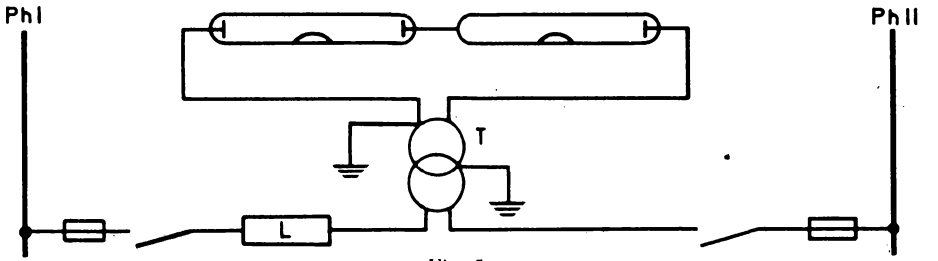
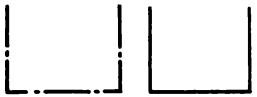
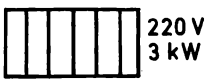
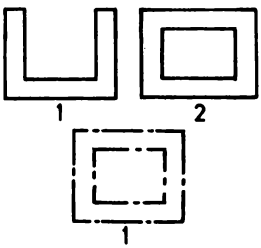
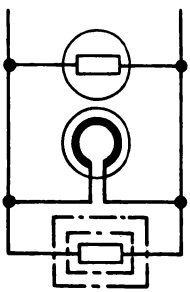


Fig. 5.

L. Inductance destinée à limiter l'intensité du courant et stabiliser la lumière.
T. Transformateur à fortes fuites magnétiques.

TABLEAU 1

Désignation du matériel	Symboles pour représentation multifilaire	Désignation du matériel	Symboles pour dessin d'implantation ou schémas généraux
Enveloppe d'appareil chauffant non fermée (2 variantes).		Appareil de cuisson. *Exemple* : tension nominale 220 V, puissance nominale 4 kW.	
Enveloppe d'appareil chauffant, fermée.		Appareil de chauffage. *Exemple* : tension nominale 220 V, puissance nominale 3 kW.	
Enveloppe réfractaire ou calorifugée d'appareil chauffant. (1) non fermée : 2 variantes. (2) fermée.		Chauffe-eau. *Exemple* : tension nominale 127 V, puissance nominale 1,2 kW, à accumulation.	
Elément solide pour accumulation de chaleur, sans corps de chauffe (2 variantes).			
Foyer de cuisson obscur.		Exemple d'application Cuisinière électrique comportant : — un foyer de cuisson obscur ;	
Foyer de cuisson à feu vif.		— un foyer de cuisson à feu vif ;	
Foyer de cuisson à accumulation.		— un four à résistance solide, calorifugée, non fermé.	

2. - Chauffage et cuisson

Ce chapitre se limitera à l'étude des appareils de chauffage et de cuisson utilisant, pour leur fonctionnement, l'application de la loi de Joule relative à la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique dans un conducteur parcouru par un courant.

L'étude portera principalement sur les modes de groupement des éléments chauffants nécessitant l'emploi de commutateurs de chauffage.

2.1. - Principaux symboles graphiques utilisés

Le *tableau* 1 (page 66) précise quelques symboles d'appareils utilisés pour les schémas multifilaires, les dessins d'implantation et les schémas généraux.

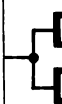
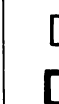
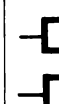
2.2. - Principaux modes de groupement des éléments chauffants (résistances)

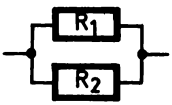
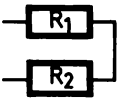
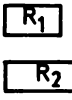
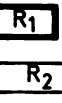
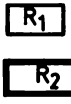
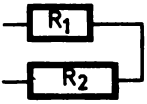
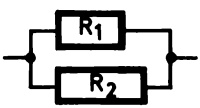
Dans le domaine des applications on est conduit, d'après les puissances qu'on désire obtenir, à utiliser généralement deux résistances qui sont couplées de différentes façons.

Le *tableau* 1 (page 68) indique un exemple des principales fonctions courantes qui sont susceptibles d'être remplies.

Rappelons que 0 veut dire appareil non alimenté et 1, appareil alimenté.

TABLEAU 1

Fonction à remplir	Analyse de la fonction	R_1	R_2
Etablir ou interrompre ensemble ou séparément deux circuits différents d'un endroit.		0	0
		1	0
		0	1
		1	1
Réaliser trois régimes de fonctionnement avec deux circuits de résistances inégales.		0	0
		1	0
		0	1
		1	1 Série

Fonction à remplir	Analyse de la fonction	R_1	R_2
		0	0
Réaliser trois régimes de fonctionnement avec deux circuits de résistances égales.		1	1 Parallèle
		0	1
		1	1 Série
		0	0
Réaliser quatre régimes de fonctionnement avec deux circuits de résistances inégales.		1	0
		0	1
		1	1 Série
		1	1 Parallèle

2.3. - Schéma développé fondamental

La *figure* 1 représente un circuit de base permettant d'étudier toutes les combinaisons qu'il est possible d'obtenir avec deux résistances R_1 et R_2 :

— R_1 seule, R_2 seule, R_1 et R_2 en série (R_1 . R_2), R_1 et R_2 en parallèle ($R_1 + R_2$).

Le *tableau* 2 (page 70) précise les états de circuit permettant de satisfaire chacune des combinaisons.

A l'arrêt, la coupure est bipolaire.

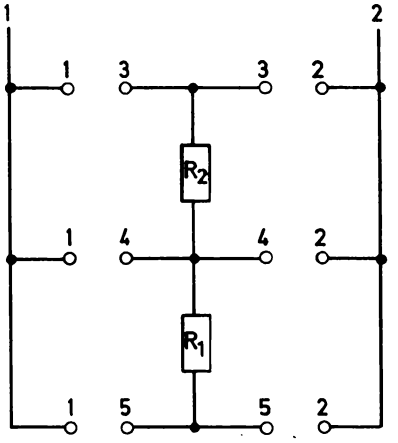
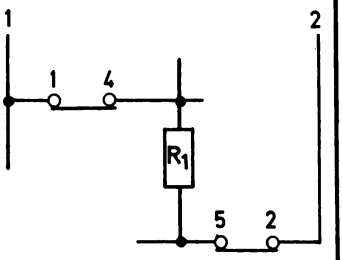
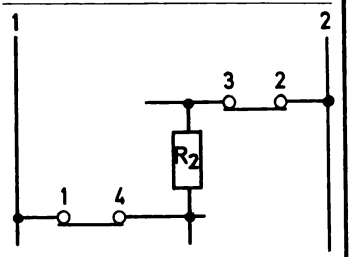
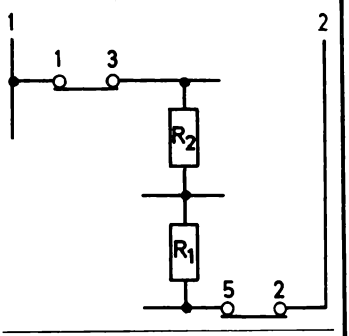
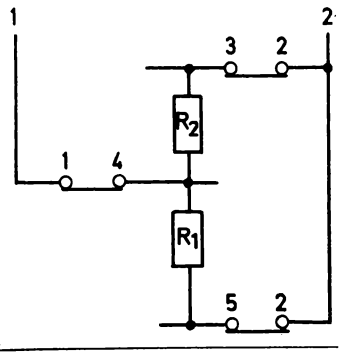


Fig. 1. — Schéma fondamental.

TABLEAU 2

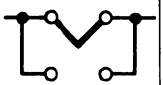
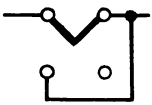
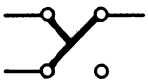
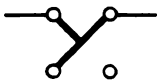
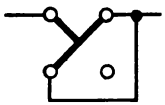
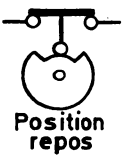
COMBINAISONS	FERMETURE DES CONTACTS	SCHÉMA (1)
R_1 seule	1.4 et 2.5 ou 1.5 et 2.4	
R_2 seule	1.4 et 2.3 ou 1.3 et 2.4	
R^1 et R_2 en série (R_1. R_2)	1.3 et 2.5 ou 1.5 et 2.3	
R_1 et R_2 en parallèle ($R_1 + R_2$).	1.4, 2.3 et 2.5	

(1) Contacts représentés au travail.

2.4. - Éléments de commutation

Le *tableau* 1 donne un exemple de types de contacts utilisés commercialement pour les commutateurs à « galettes », à cames, à plots décalés (à quatre positions).

TABLEAU 1

Nature du commutateur	Type de contact	Fermeture du contact			
		1 fois sur 4	2 fois sur 4 séparément	2 fois sur 4 séparément	3 fois sur 4
à galettes.					
					
à cames.	Ouvert au repos				
	Fermé au repos				
à plots décalés.					

2.5. - Élaboration des schémas. Cas d'une coupure bipolaire du circuit à l'arrêt.

L'élaboration des schémas conduit au choix et à la disposition des contacts élémentaires. Pour faciliter la recherche de la solution on peut utiliser une grille (*fig.* 1) dans laquelle on analysera le problème (cas de R_1 seule, R_2 seule et $R_1 + R_2$ en parallèle).

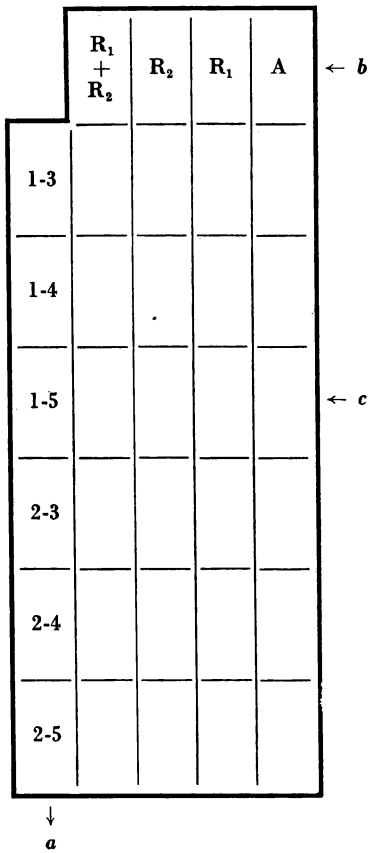


Fig. 1.

a. Six éléments de commutation possibles.

b. Quatre positions de commutateur (A : arrêt).

c. Etat des éléments de contact.
0. Contact ouvert.
1. Contact fermé.

On inscrira de droite à gauche les combinaisons à réaliser, dans le sens horizontal.

Dans le sens vertical on inscrira les possibilités de contact : 1-3, 1-4...

En se basant sur le schéma fondamental (*fig.* 1, page 69) on indiquera, pour chaque position, l'état nécessaire des éléments de contact : 0 : contact ouvert ; 1 : contact fermé.

Exemple. Pour R_1 seule : 1-3 : 0 ; 1-4 : 1 ; 1-5 : 0 ; 2-3 : 1 ; 2-4 : 0 ; 2-5 : 0...

Les exemples qui suivent n'utiliseront que les commutateurs à « galettes ».

2.5.1. - 1er EXEMPLE

Cas simple d'un commutateur rotatif à 4 positions permettant d'alimenter successivement R_1 et R_2.

◆ **Analyse de la méthode.**

— Préparer une grille contenant A (arrêt) — R_1 — A — R_2 (*fig.* 1).

— Pour chacun des éléments de commutation préciser l'état des contacts (0 ou 1) d'après le schéma fondamental 1, page 69 et le *tableau* 2, page 70.

— Définir la nature des contacts en lisant la grille horizontalement (*fig.* 2).

Exemple. Le contact 1-4 doit être fermé 2 fois sur 4 et ces deux fermetures doivent s'effectuer séparément.

— Rechercher le type de galette à utiliser en se reportant au *tableau* 1, page 71.

Exemple. La fermeture d'un contact 2 fois sur 4 séparément donne deux types de contact à utiliser (*fig.* 3).

	R_2	A	R_1	A
1-3	0	0	0	0
1-4	1	0	1	0
1-5	0	0	0	0
2-3	1	0	0	0
2-4	0	0	0	0
2-5	0	0	1	0

Fig. 1.

Fermetures des contacts	Choix des éléments de commutateurs a galettes (tableau 1 page 71)
0	1-4
2 fois sur 4 séparément	
0	2-3
1 fois sur 4	
0	2-5
1 fois sur 4	

Fig. 2.

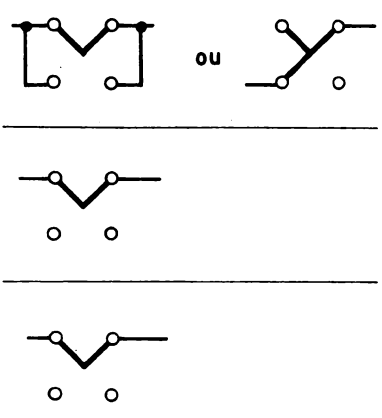


Fig. 3. — Les contacts sont représentés dans la position de travail.

— Représenter la « galette » à l'arrêt et placer l'élément de contact dans une position telle que les fermetures soient dans le bon ordre. Pour cela, analyser les différentes positions des éléments de commutateur (*fig.* 4), puis établir le schĕma développé (*fig.* 5).

Positions du commutateur et des galettes		
0	A	Tous les contacts sont ouverts.
$\overrightarrow{1/4}$	R_1	Contacts 1-4 et 2-5 fermés.
$\overrightarrow{1/4}$	A	Tous les contacts sont ouverts.
$\overrightarrow{1/4}$	R_2	Contacts 1-4 et 2-3 fermés.
$\overrightarrow{1/4}$	A	Tous les contacts sont ouverts.

Fig. 4.

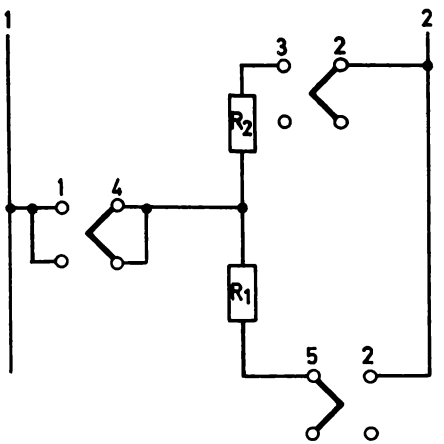


Fig. 5. — Position de la figure : $R_1 = 0$ $R_2 = 0$
→ 1/4 $R_1 = 1$ $R_2 = 0$
→ 1/4 $R_1 = 0$ $R_2 = 0$
→ 1/4 $R_2 = 1$ $R_1 = 0$
→ 1/4 $R_1 = 0$ $R_2 = 0$ (position initiale).

◆ **Simplification de la constitution du commutateur.**

Dans bien des cas il est possible de simplifier la constitution des commutateurs en éliminant les contacts inutiles. Pour cela il faut :

— avoir des points communs ;

— que les contacts trouvent leur place sur la galette sans perturber le montage.

Les *figures* 6, 7 et 8, émanant de la *figure* 1, montrent que les conditions sont remplies.

Le schéma de la *figure* 5 devient celui de la *figure* 8.

◆ **Schéma semi-développé** avec les deux galettes superposées : *fig.* 9.

Fig. 6.

	R_2	A	R_1	A
1-4	1	0	1	0
2-3	1,3	0	0	0
2-5	0	0	1	0

Fig. 7.

Fermeture des contacts
2 fois sur 4 séparément.
2 fois sur 4 séparément.

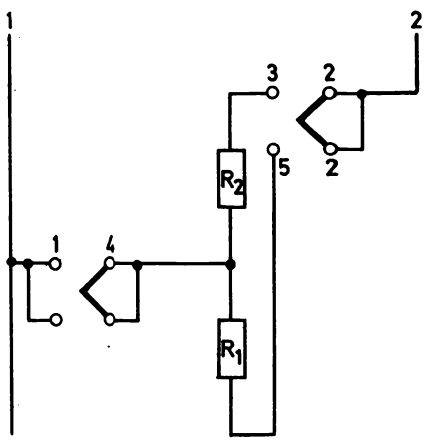


Fig. 8.

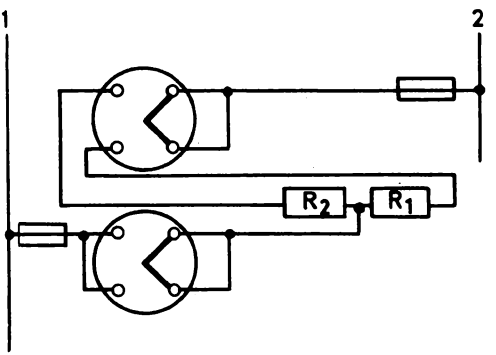


Fig. 9.

2.5.2. - 2° EXEMPLE

Commutateur rotatif à 4 positions permettant d'alimenter R_1, puis R_2, puis R_1 et R_2 en parallèle (cas de la première fonction du tableau 2).

- **Etablissement de la grille :** *fig.* 1.
- **Détermination du choix des éléments de commutateurs :** *fig.* 2 et 3.

	$R_1 + R_2$	R_2	R_1	A
1-3	0	0	0	0
1-4	1	1	1	0
1-5	0	0	0	0
2-3	1	1	0	0
2-4	0	0	0	0
2-5	1	0	1	0

Fig. 1.

Fermeture des contacts	Choix des éléments de commutateurs a galettes (tableau 1 page 71)
0	1-4
3 fois sur 4 successivement	
0	2-3
2 fois sur 4 successivement	
0	2-5
1 fois sur 2 séparément	

Fig. 2.

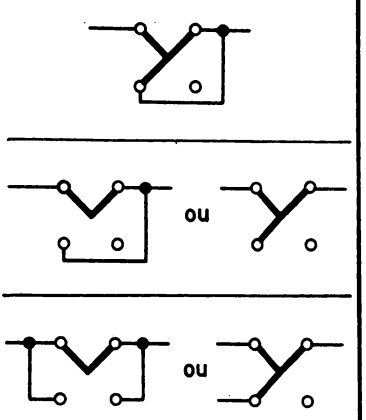


Fig. 3.

- **Analyse des différentes positions des éléments de commutateurs :** *fig.* 4.

Positions du commutateur et des galettes		
O	A	Tous les contacts ouverts.
1/4 ↷	R_1	Contacts 1-4 et 2-5 fermés.
1/4 ↷	R_2	Contacts 1-4 et 2-3 fermés.
1/4 ↷	$R_1 + R_2$	Contacts 1-4, 2-3 et 2-5 fermés.
1/4 ↷	A	Position initiale O : tous les contacts ouverts.

Fig. 4.

• **Schéma développé :**

— emploi des galettes pour 2-3 et 2-5 : *fig.* 5.

— emploi des galettes pour 2-3 et 2-5 : *fig.* 6.

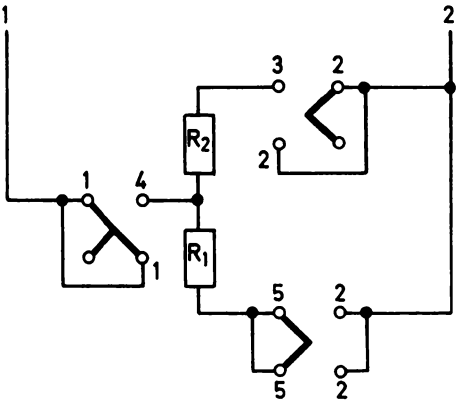


Fig. 5.

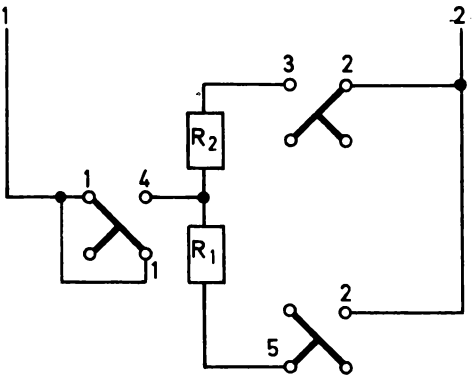


Fig. 6.

• **Simplification de la constitution du commutateur.**

La *figure* 7 donne un exemple de simplification possible et la *figure* 8 le schéma semi-développé relatif à la fonction étudiée (2 galettes superposées).

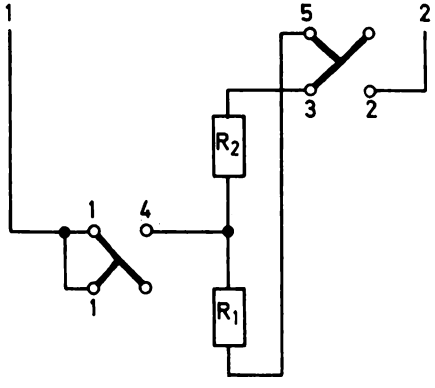


Fig. 7.

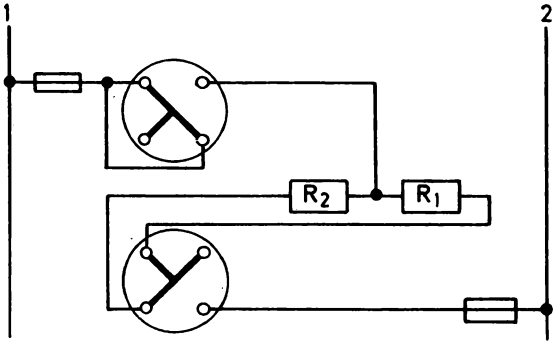


Fig. 8.

• **Schéma des canalisations intérieures** d'un radiateur électrique fonctionnant sous 220 V à trois régimes de chauffe (doux, moyen, fort).

La *figure* 9 représente un tel schéma établi d'après le schéma développé de la *figure* 8.

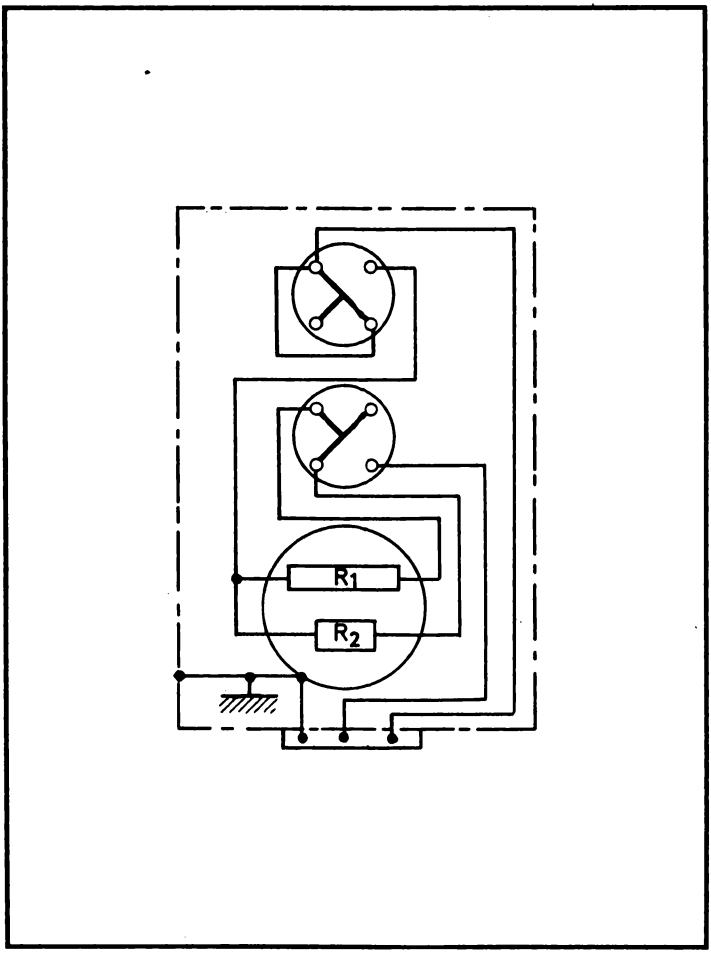


Fig. 9.

2.5.3. - 3e EXEMPLE

Emploi d'un commutateur permettant d'alimenter séparément deux résistances puis celles-ci en série (R_1, R_2 *et* R_1 . R_2).

Les *figures* 1, 2 et 3 donnent un exemple de réalisation : grille, schéma développé après simplification (points communs 1 et 4) et schéma des canalisations intérieures.

	R_2	R_1	$R_1 . R_2$	A
1-3	1	0	1	0
1-4	0	1	0	0
2-4	1	0	0	0

Fig. 1.

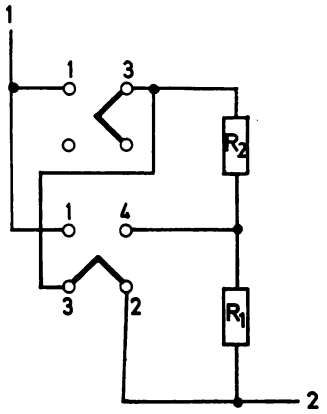


Fig. 2.

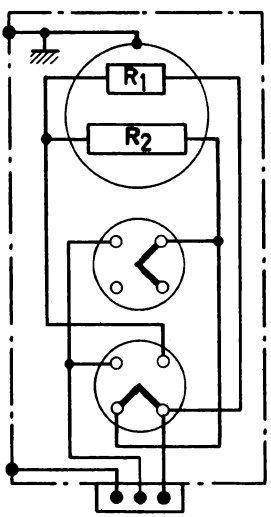


Fig. 3.

2.5.4. - 4e EXEMPLE

Emploi d'un commutateur permettant d'alimenter une résistance, puis deux résistances (dont cette dernière) en parallèle et en série (R_1, $R_1 + R_2$ *et* $R_1 . R_2$).

Les *figures* 1, 2 et 3 donnent un exemple de réalisation : grille, schéma développé après simplification (point commun 3) et schéma des canalisations intérieures.

	$R_1 + R_2$	$R_1 . R_2$	R_1	A
1-3	0	1	0	0
1-4	1	0	1	0
2-3	1	0	0	0
2-5	1	1	1	0

Fig. 1.

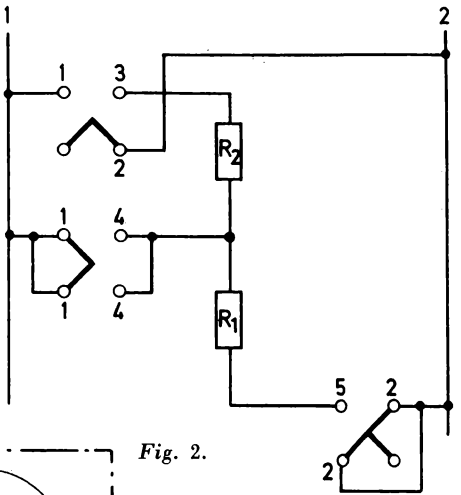


Fig. 2.

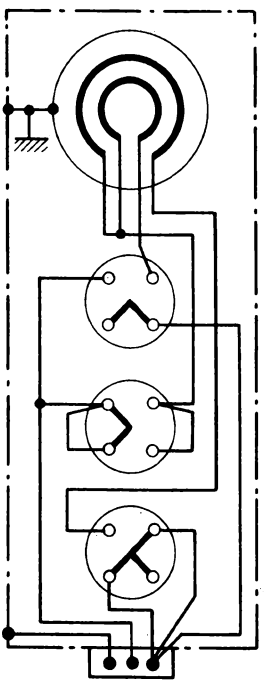
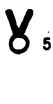
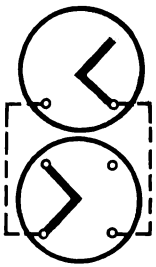
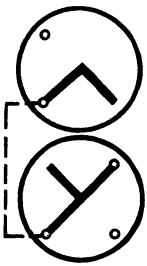
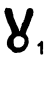


Fig. 3.

2.6. - Utilisation des commutateurs dont la représentation est normalisée. Cas d'une coupure unipolaire.

Le *tableau* 1 représente des commutateurs qui permettent de satisfaire les fonctions signalées dans le *tableau* 1, page 68 et les schémas développés correspondants.

TABLEAU 1

Appareils utilisés	Symboles pour représentations		
	Multifilaire	Unifilaire	Architecturale
Commutateur à deux directions séparées et marche en parallèle. n° 5			
Commutateur pour deux directions séparées et marche en série. n° 8			
Commutateur pour deux circuits en série, en parallèle, ou un seul circuit. n° 9			
Commutateur pour deux circuits en série, en parallèle, ou deux circuits séparés. n° 10			

2.6.1. - COMMUTATEUR A DEUX DIRECTIONS SÉPARÉES ET MARCHE EN PARALLÈLE

Il est utilisé pour les radiateurs, réchauds, plaques chauffantes de cuisinière.

La *figure* 2 représente le schéma des canalisations intérieures d'un radiateur électrique à trois régimes de chauffe, fonctionnant sous 220 V.

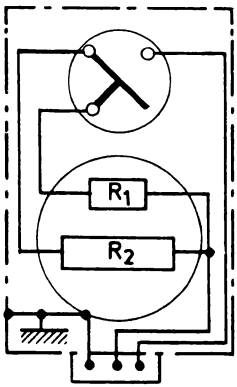


Fig. 2.

2.6.2. - COMMUTATEUR POUR DEUX DIRECTIONS SÉPARÉES ET MARCHE EN SÉRIE

Il est utilisé pour les fours électriques, les radiateurs, les plaques chauffantes de cuisinière.

La *figure* 3 représente le schéma des canalisations intérieures d'un four électrique à enveloppe calorifugée possédant trois allures de chauffe, avec deux résistances inégales : allure moyenne R_2 ; allure forte R_1 ; allure douce $R_1 . R_2$.

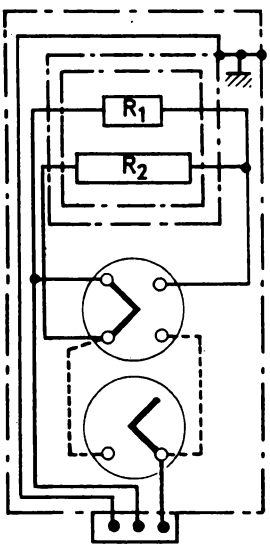


Fig. 3.

2.6.3. - COMMUTATEUR POUR DEUX CIRCUITS EN SÉRIE, EN PARALLÈLE OU UN SEUL CIRCUIT

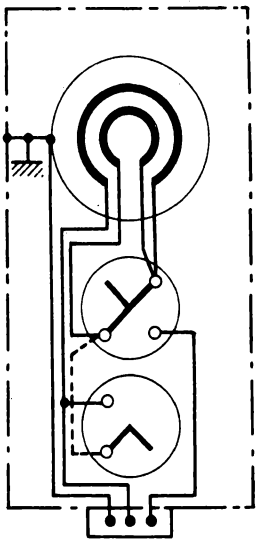


Fig. 4.

Il est utilisé pour les plaques chauffantes de cuisinières, les fours et les radiateurs.

La *figure* 4 représente un foyer à feu vif à trois allures de chauffe utilisant deux résistances de même valeur : allure forte $R_1 + R_2$; allure moyenne R_1 ; allure douce $R_1 . R_2$.

2.6.4. - COMMUTATEUR POUR DEUX CIRCUITS EN SÉRIE, EN PARALLÈLE OU DEUX CIRCUITS SÉPARÉS

Il est utilisé pour les plaques chauffantes de cuisinières et les réchauds.

La *figure* 5 représente un foyer de cuisson obscur à quatre allures (deux circuits de résistances inégales) : allure forte $R_1 + R_2$; allure douce R_2 ; allure moyenne R_1 ; allure faible $R_1 . R_2$.

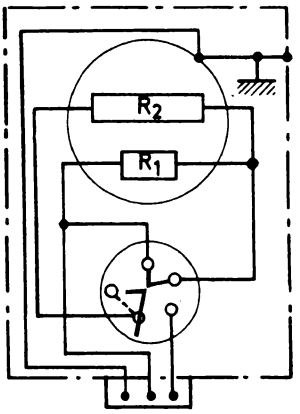


Fig. 5.

2.7. - Applications diverses

2.7.1. - ÉQUIPEMENT D'UNE CUISINIÈRE ÉLECTRIQUE SUR CIRCUIT MONOPHASÉ

Cette cuisinière électrique comporte deux plaques chauffantes à trois allures (doux, moyen, fort) et des éléments chauffants pour un four et une sole. Elle est alimentée en monophasé.

La *figure* 1 représente le schéma des canalisations intérieures de cette cuisinière et son branchement sur une prise de courant bipolaire avec terre.

Le *tableau* 2 analyse le fonctionnement.

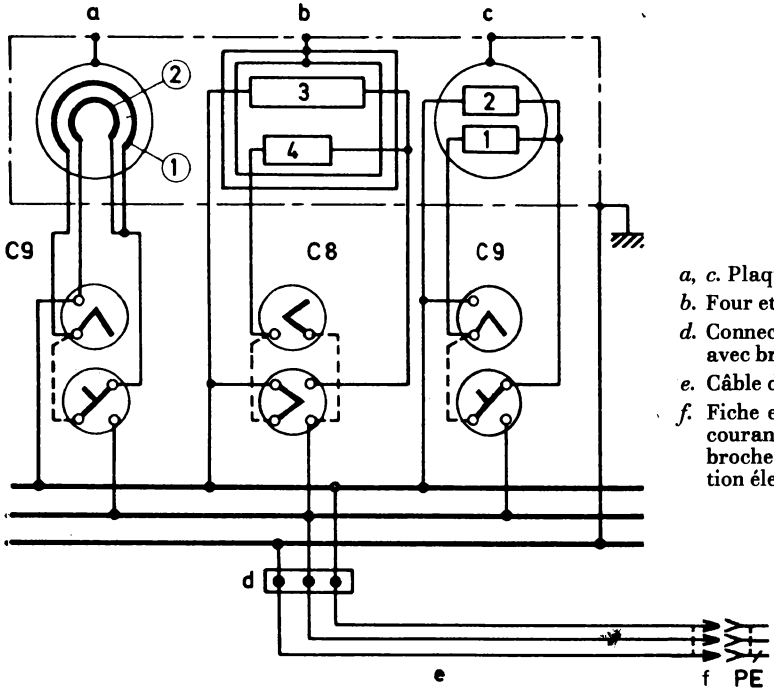


Fig. 1.

a, c. Plaques chauffantes.
b. Four et sole.
d. Connecteur bipolaire avec broche de terre.
e. Câble d'alimentation.
f. Fiche et socle de prise de courant bipolaire avec broche de terre (protection électrique).

TABLEAU 2

Positions du commutateur 9		Chauffage	Positions du commutateur 8		Chauffage
Position figure	arrêt	0	Position figure	arrêt	0
+ 1/4 tour ↶	1 + 2 en série	doux	+ 1/4 tour ↶	3 + 4 en série	doux
+ 1/4 tour ↶	2 seule	moyen	+ 1/4 tour ↶	3 seul	sole
+ 1/4 tour ↶	1 + 2 en parallèle	fort	+ 1/4 tour ↶	4 seul	four

2.7.2. - ÉQUIPEMENT D'UN APPAREIL DE CHAUFFAGE (ou four).

Cet appareil comprend trois groupes de deux résistances branchés sur un réseau triphasé. On utilise un commutateur spécial à trois galettes du type 5 (*fig.* 1).

La *figure* 2 analyse le fonctionnement.

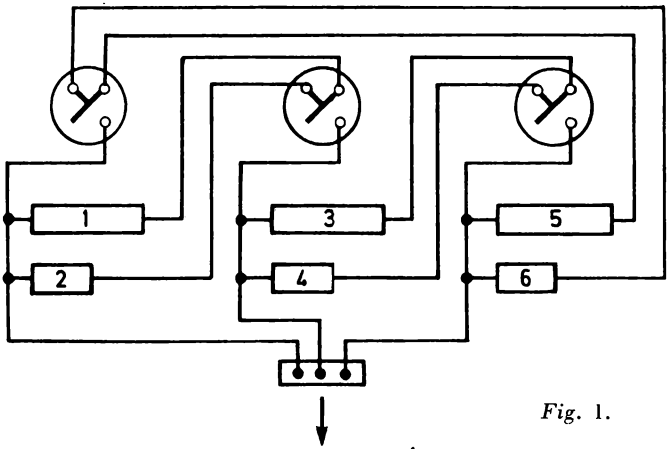
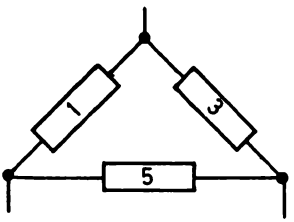
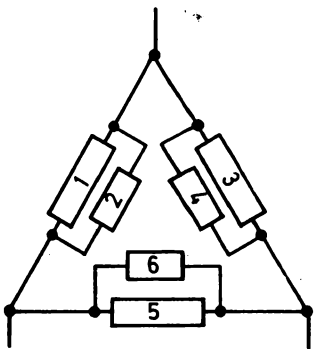
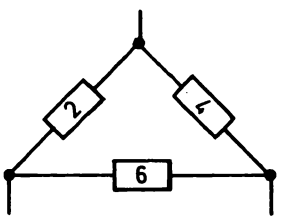


Fig. 1.

TABLEAU 2

Positions des commutateurs	Branchement des résistances	Positions des commutateurs	Branchement des résistances
	Arrêt		 1_3_5 en triangle
	 Montage en triangle parallèle		 2_4_6 en triangle

2.7.3. - ÉQUIPEMENT D'UNE CUISINIÈRE ÉLECTRIQUE SUR UN CIRCUIT TRIPHASÉ

La répartition de la charge se fait sur les trois phases (un élément par phase) avec emploi des commutateurs 9 et 8 (*fig.* 1).

Chaque élément est branché sur les trois phases. On emploie des commutateurs spéciaux (*fig.* 2). Ceux-ci doivent permettre pour chaque élément les combinaisons schématisées par la *figure* 3.

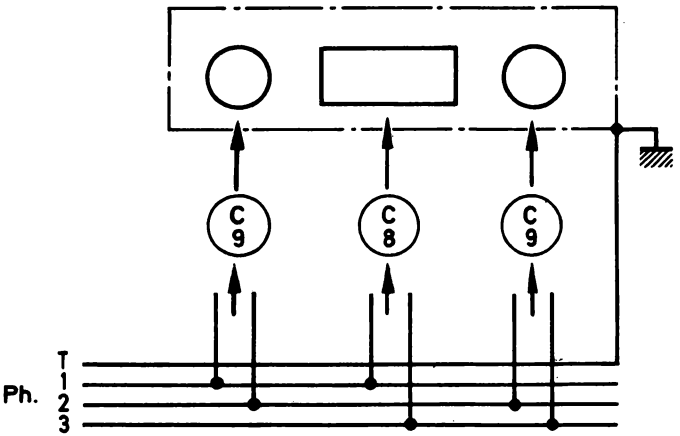


Fig. 1. — L'équipement est identique à celui de l'exemple représenté par la *figure* 1, page 84.

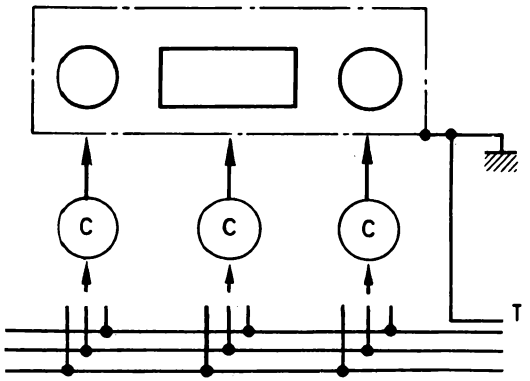


Fig. 2.

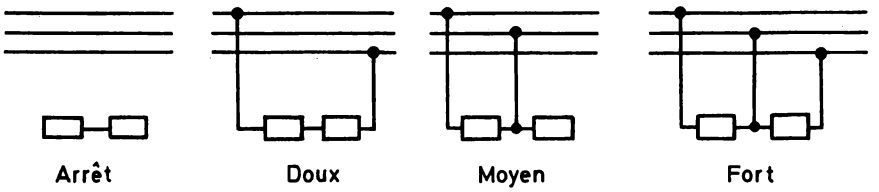


Fig. 3.

3. - Télécommunications

Les télécommunications comprennent la signalisation et la téléphonie.

◆ La signalisation consiste dans l'emploi de *divers signaux* en vue de donner à *distance* des renseignements d'un *ordre* particulier.

Un circuit de signalisation doit permettre d'*émettre* un signal, de *transmettre* ce signal, de le *traduire* et de l'*enregistrer*.

L'appareil de signalisation peut se manifester soit par un *son*, soit par des *effets visuels*, soit à la fois par un *son* et un effet *visuel*.

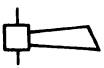
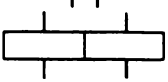
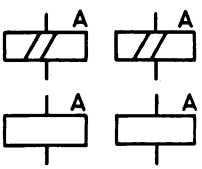
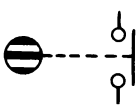
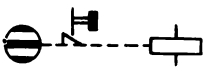
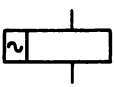
Les dispositifs de commande peuvent être à action *directe* ou *indirecte* (emploi de relais) sur les signaux ; ils peuvent être mis en service par une *intervention manuelle* ou une *intervention automatique* (emploi d'automates).

◆ La téléphonie est l'ensemble des procédés électriques propres à transmettre la parole à distance.

L'étude portera sur les différents modes de commande des sonneries, la signalisation visuelle, la signalisation d'alarme et de sécurité, le contrôle des entrées dans un local, l'accès d'un bureau, la signalisation lumineuse pour hôtels et établissements hospitaliers, la recherche des personnes, la distribution de l'heure, la téléphonie.

3.I. - Principaux symboles graphiques utilisés pour la réalisation des schémas de télécommunications

TABLEAU 1

Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Appareils de signalisation sonore.		**Relais.**	
Avertisseur sonore.		Organe de commande d'un relais, symbole général (2 variantes).	
Sonnerie Si l'on désire indiquer la nature du courant on place, à l'intérieur du symbole, les signes — ou ∿.		Ces symbole sont utilisés lorsqu'il n'est pas nécessaire de préciser le nombre d'enroulements de l'organe de commande.	
Sonnerie à un coup			
Sirène.		Organe de commande d'un relais avec un seul enroulement.	
Ronfleur.			
Sifflet à commande électrique.		Organe de commande d'un relais avec plusieurs enroulements : cas de deux enroulements (2 variantes).	
Appareils de signalisation optique.		— représentation rassemblée	
Voyant lumineux.		— représentation développée	
Voyant lumineux à plusieurs modes d'éclairement (clignotant, demi-feux, etc.).		Les différentes parties de l'organe de commande sont à désigner par une même lettre repère (par exemple A).	
Voyant lumineux occultable.			
Voyant mécanique.			
Exemples d'application :		Organe de commande d'un relais insensible au courant alternatif.	
Voyant mécanique de signalisation à contact.			
Relais à voyant mécanique à relevage à main.		Organe de commande d'un relais à courant alternatif	

3.2. - Commande d'une (ou de plusieurs) sonnerie électrique d'un ou de plusieurs endroits

3.2.1. - APPLICATIONS

Le montage d'une sonnerie commandée d'un endroit est utilisé dans les habitations particulières (entrée d'un pavillon, d'un appartement, d'un magasin), les logements en copropriété, les véhicules de transport en commun, etc.

La commande de plusieurs endroits peut être utilisée pour la demande de l'arrêt dans un véhicule de transport en commun, par exemple.

3.2.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre momentanément un circuit par simple impulsion, d'un ou plusieurs endroits, à l'aide d'un appareil à commande manuelle (*fig.* 1).

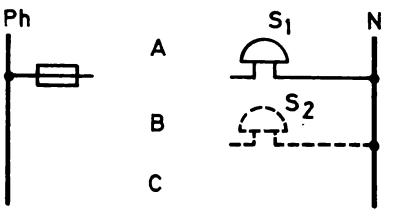


Fig. 1.

3.2.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau 2.*

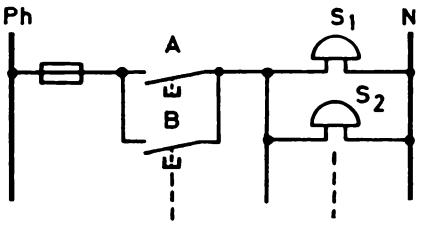
TABLEAU 2

	Action sur postes de commande A, B ou C	Etat de S_1, S_2,...	Etat de A, ou B, ou C		Observations
1	pas d'action.	0	0		Le circuit est ouvert.
2	action.	1	1		Le circuit se ferme, la sonnerie retentit.
3	arrêt de l'action.	0	0		Le circuit s'ouvre. Le passage de 2 à 3 est automatique (ressort de rappel du bouton poussoir).
4	action.	1	1		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		

3.2.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

La *figure* 3 représente le schéma développé de la commande d'une (ou de plusieurs) sonnerie d'un (ou de plusieurs) endroit, l'alimentation étant en basse tension (127 V ou 220 V).

Pour des raisons de sécurité d'utilisation il est préférable d'alimenter le circuit de la sonnerie en très basse tension (T.B.T.) en employant soit des piles ou des accumulateurs, soit un transformateur abaisseur de tension : 127/6 V par exemple (*fig.* 4).



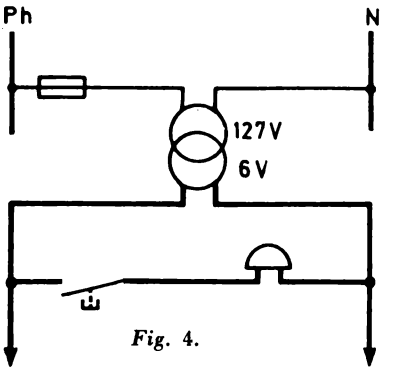


Fig. 4.

3.2.5. - APPAREILS UTILISÉS : *voir tableau 1 (page 88).*

3.2.6. - EXEMPLES

1er **Exemple.** — *Installation d'une sonnerie commandée de la porte d'entrée (sur palier) d'un appartement et alimentée en T.B.T. par transformateur* (une seule sonnerie et un seul bouton-poussoir).

- Schéma développé : *fig.* 3.
- Schéma architectural : *fig.* 5.
- Schéma multifilaire : *fig.* 6 (page 91).
- Schéma unifilaire : *fig.* 7 (page 91).

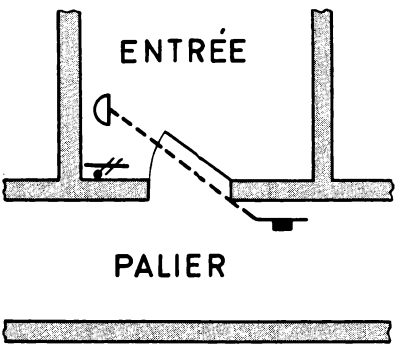


Fig. 5.

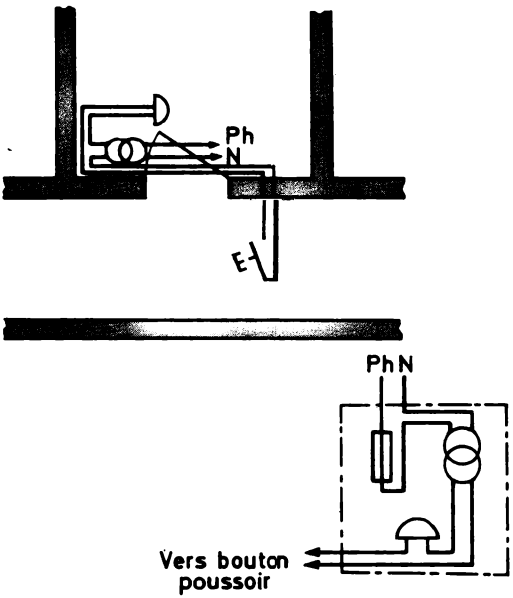


Fig. 6.

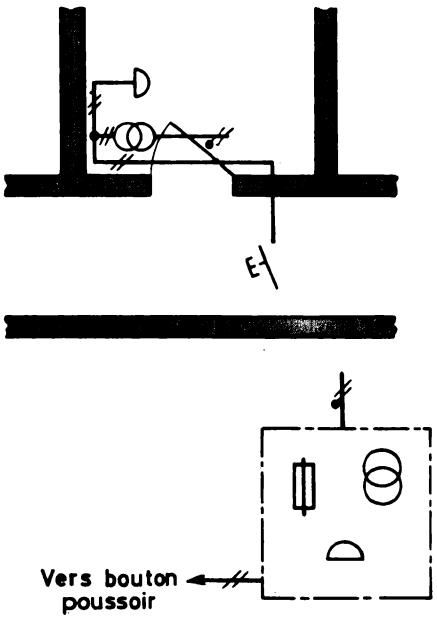


Fig. 7.

2e Exemple. — *Installation d'une sonnerie située dans un logement au deuxième étage d'un immeuble et commandée de la porte sur rue et de la porte située sur le palier (alimentation par piles).*

- Schéma développé : *fig.* 3 (page 90).
- Schéma architectural : *fig.* 8.
- Schéma unifilaire : *fig.* 9.

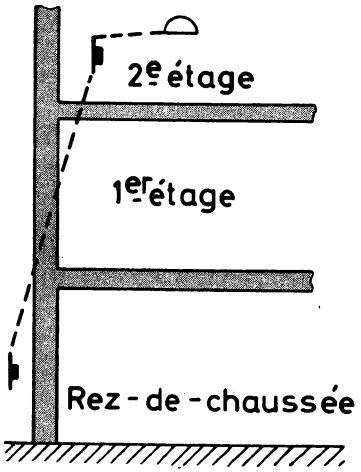


Fig. 8.

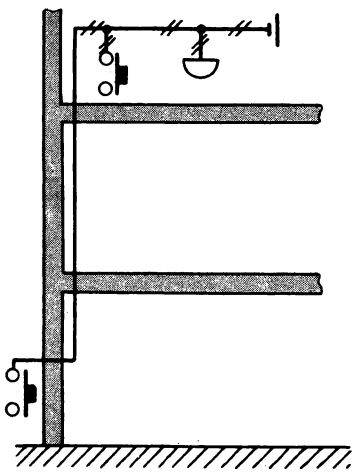


Fig. 9.

3e Exemple. — *Installation de cinq sonneries dans un atelier de construction mécanique, celles-ci doivent retentir pour le début et la fin du travail et sont commandées par un bouton-poussoir situé dans un bureau (alimentation en B.T.).*

- Schéma développé : *fig.* 3 (page 90).
- Schéma architectural : *fig.* 10.
- Schéma multifilaire : *fig.* 11.
- Schéma unifilaire : *fig.* 12.

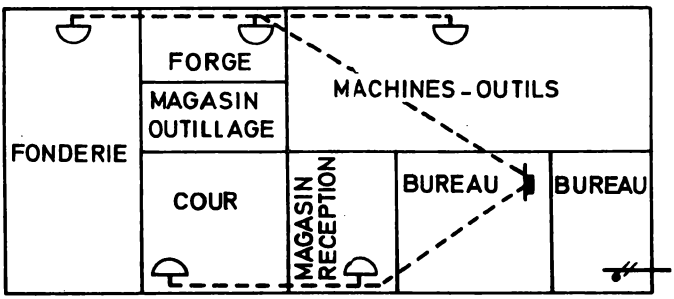


Fig. 10

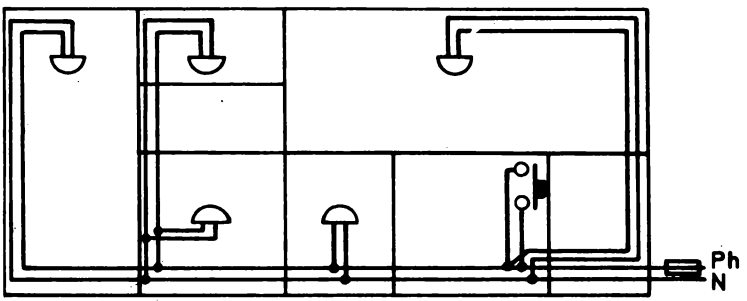


Fig. 11.

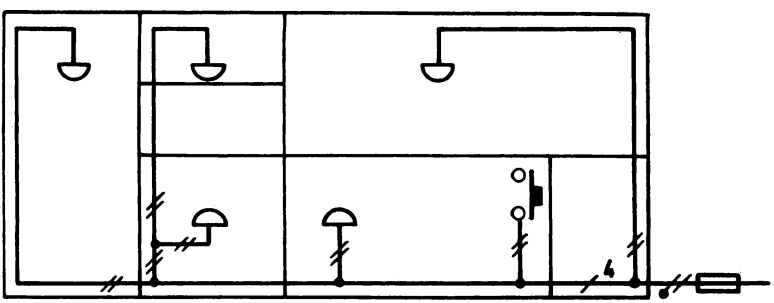


Fig. 12.

3.3. - Commande de plusieurs sonneries électriques commandées séparément d'un endroit

3.3.1. - APPLICATIONS

Ce montage peut être utilisé dans un local administratif (bureau, par exemple) lorsqu'on désire appeler des personnes situées dans des lieux différents.

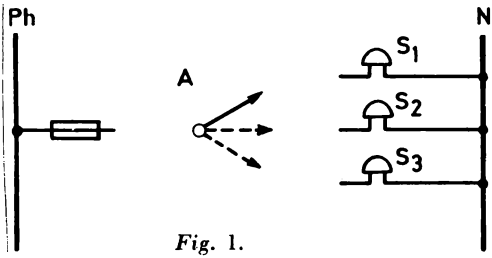


Fig. 1.

3.3.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre, d'un endroit, séparément, des circuits à l'aide d'appareils à commande manuelle (*fig.* 1).

3.3.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau* 2.

Exemple. — *Trois sonneries situées dans des endroits différents.*

TABLEAU 2

	Action sur poste de commande A	Etat de S_1	Etat de S_2	Etat de S_3	Etat du poste A
1	Pas d'action.	0	0	0	
2	Action.	1	0	0	S_1
3	Arrêt de l'action.	0	0	0	S_1
4	Action.	0	1	0	S_1 S_2
5	Arrêt de l'action.	0	0	0	S_1 S_2
6	Action.	0	0	1	S_1 S_2 S_3
7	Arrêt de l'action.	0	0	0	S_1 S_2 S_3

3.3.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

La *figure* 3 représente le schéma développé de la commande de trois sonneries commandées séparément, d'un endroit, avec un bouton-poussoir et un commutateur.

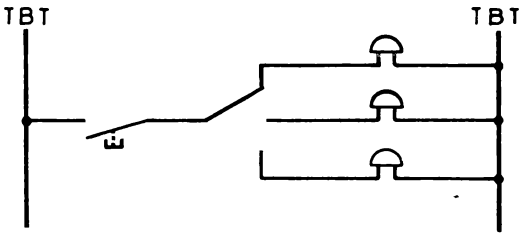
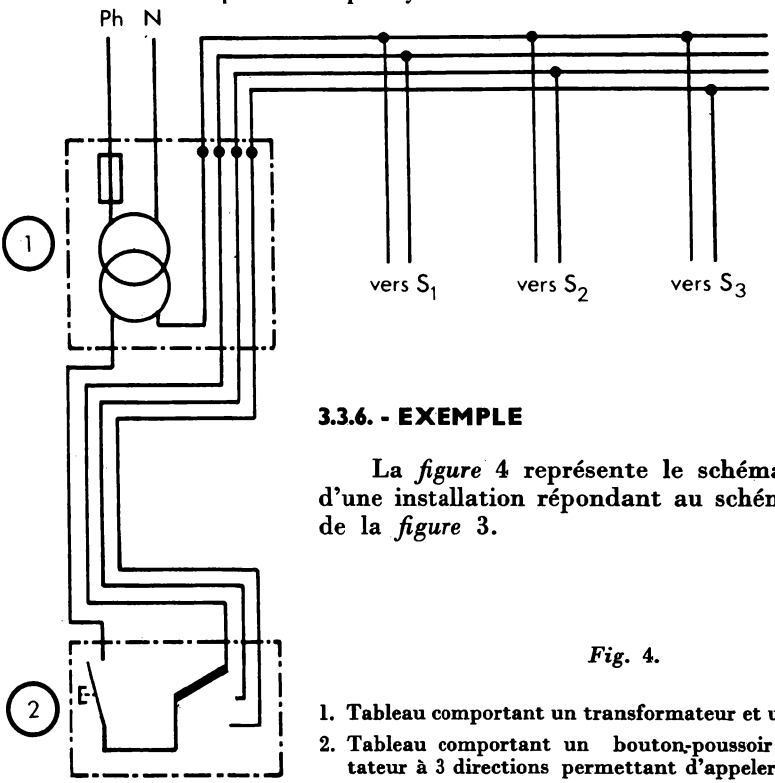


Fig. 3.

3.3.5. - APPAREILS UTILISÉS : *voir tableau 1 (page 88).*

La mise en circuit de chacune des sonneries est faite par un commutateur qui aura autant de positions qu'il y a de sonneries à commander.



3.3.6. - EXEMPLE

La *figure* 4 représente le schéma multifilaire d'une installation répondant au schéma développé de la *figure* 3.

Fig. 4.

1. Tableau comportant un transformateur et un coupe-circuit.
2. Tableau comportant un bouton-poussoir et un commutateur à 3 directions permettant d'appeler S_1 ou S_2 ou S_3.

3.4. - Commande séparée de deux sonneries électriques de deux endroits

Montage dit « demande et réponse ».

3.4.1. - APPLICATIONS

Lorsqu'on désire commander une manœuvre, un déplacement et être certain que l'appel a été réceptionné (usines, bureaux éloignés, mines, etc.), on utilise le montage « demande et réponse ».

3.4.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir momentanément deux circuits (comprenant chacun une sonnerie) commandés séparément de deux endroits différents (*fig.* 1).

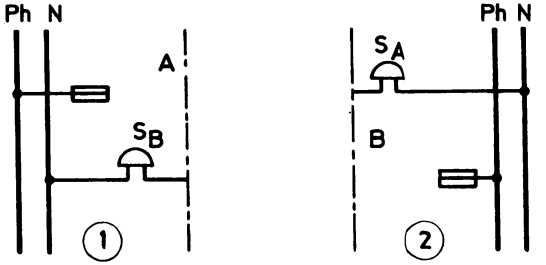


Fig. 1.
1. Premier endroit
2. Deuxième endroit

3.4.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau* 2.

TABLEAU 2

Action sur postes de commande		Etat de		Etat de				Observations
A	B	S_A	S_B	A		B		
Pas d'action.	Pas d'action.	0	0	0	○ ○	0	○ ○	Les deux circuits sont ouverts.
Action.	Pas d'action.	1	0	1	○ ○	0	○ ○	Seul S_A retentit.
Arrêt de l'action.	Pas d'action.	0	0	0	○ ○	0	○ ○	Les deux circuits sont ouverts.
Pas d'action.	Action.	0	1	0	○ ○	1	○ ○	Seul S_B retentit.
Pas d'action.	Arrêt de l'action.	0	0	0	○ ○	0	○ ○	Les deux circuits sont ouverts.
Pas d'action.	Pas d'action.	0	0	0	○ ○	0	○ ○	Les deux circuits sont ouverts.

3.4.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

La *figure* 3 représente le schéma développé d'un montage « demande et réponse », le circuit étant alimenté par une source de courant comprenant des piles.

La *figure* 4 utilise deux sources de courant et des clés à boutons combinées. La *figure* 5 n'utilise qu'un seul fil de ligne, le retour se faisant par la terre.

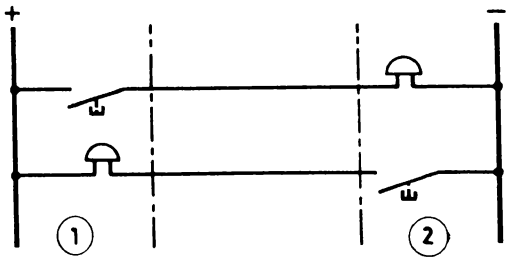


Fig. 3.

1. Premier endroit
2. Deuxième endroit

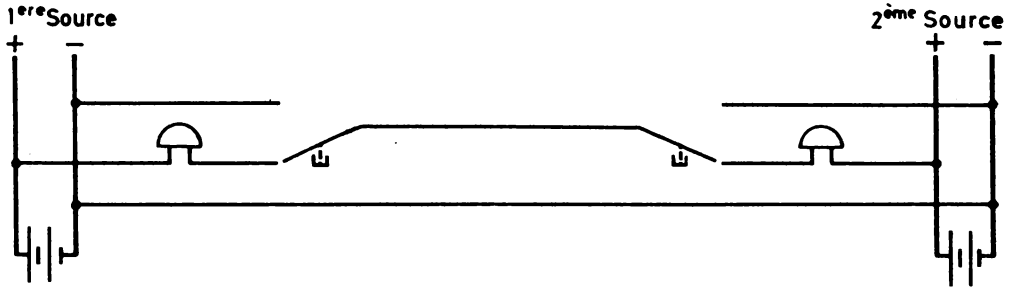


Fig. 4.

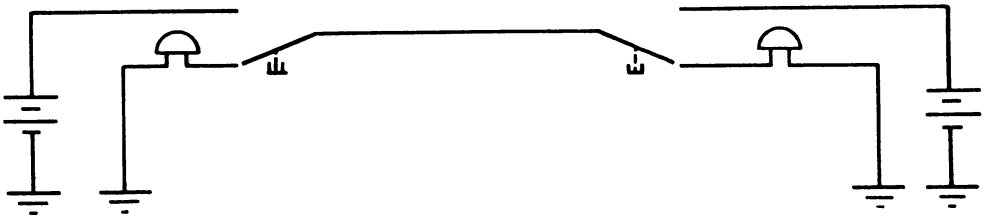


Fig. 5.

3.4.5. - EXEMPLE

Installation de deux sonneries et de deux boutons-poussoirs en « demande et réponse » dans un puits de mine.

- Schéma développé : *fig.* 3 (page 97).
- Schéma architectural : *fig.* 6.
- Schéma multifilaire : *fig.* 7.
- Schéma unifilaire : *fig.* 8.

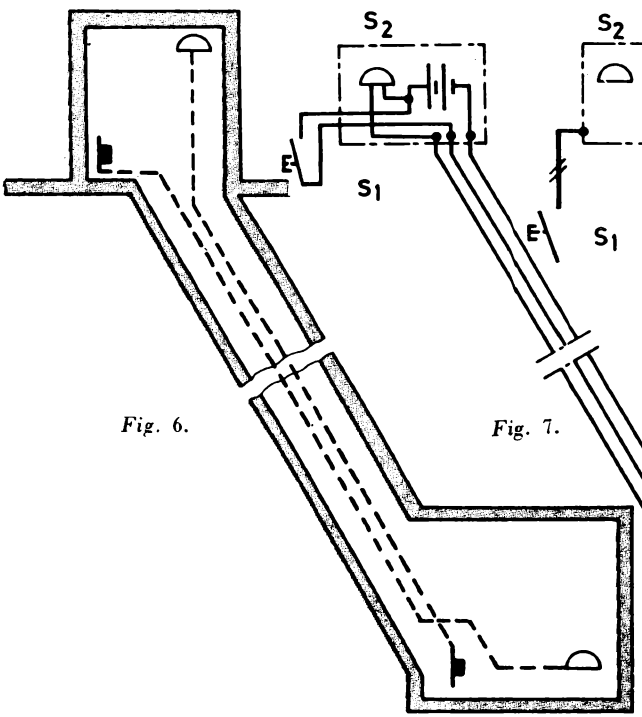


Fig. 6.

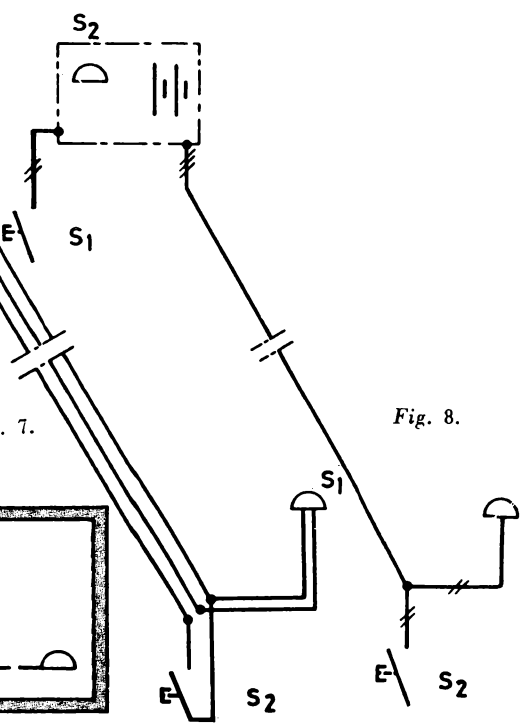


Fig. 7.

Fig. 8.

3.5. - Commande d'une ou de plusieurs sonneries électriques, d'un ou de plusieurs endroits, par l'intermédiaire d'un relais

3.5.1. - APPLICATIONS

Quand le point de commande est éloigné des sonneries à commander, dans le cas de commande automatique, lorsqu'on veut rendre continu le fonctionnement d'une sonnerie, on utilise un relais. Ce montage présente le maximum de sécurité.

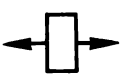
3.5.2. - FONCTION A REMPLIR : *fig. 1.*

Etablir momentanément un circuit principal, d'un ou de plusieurs endroits, par la commande manuelle d'un interrupteur à commande électrique (relais).

Fig. 1.

.5.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *tableau 2.*

TABLEAU 2

	Action sur poste de commande	Etat de S	Etat de R_1		Etat de R		Observations
1	Pas d'action.	0	0		0		Le fonctionnement de R_1 dépend directement de R. Lorsque R est alimentée, R_1 se ferme. Dès que R n'est plus alimentée, R_1 s'ouvre.
2	Action.	1	1		1		
3	Arrêt de l'action.	0	0		0		

3.5.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

La *figure* 3 représente le schéma développé de la commande d'une sonnerie (ou de plusieurs) d'un (ou de plusieurs endroit) par l'intermédiaire d'un relais. Le circuit d'utilisation et le circuit de commande utilisent des sources d'alimentation de nature différente : par exemple 127 V et 6 V.

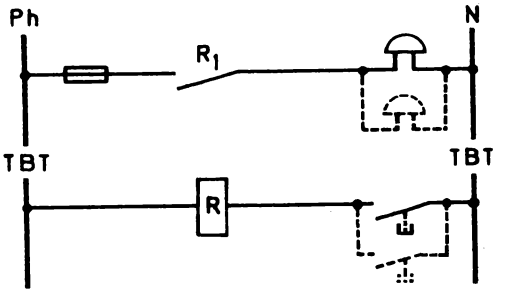


Fig. 3.

3.5.5. - APPAREILS UTILISÉS

Le symbole d'un relais utilisé pour la représentation multifilaire est précisé sur la *figure* 6 (page 88).

3.5.6. - EXEMPLES

1er **Exemple.** — *Commande d'une sonnerie, située dans une cuisine, de la porte d'entrée du jardin par l'intermédiaire d'un relais placé à côté de cette sonnerie. L'alimentation du relais sera faite en T.B.T. en utilisant un transformateur.*

- Schéma développé : *fig.* 4.

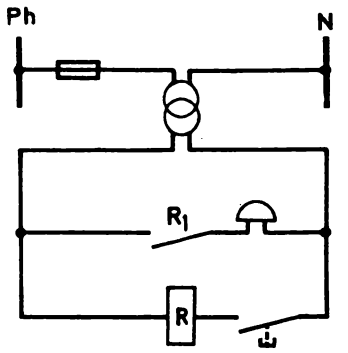


Fig. 4.

• Schéma architectural : *fig.* 5.

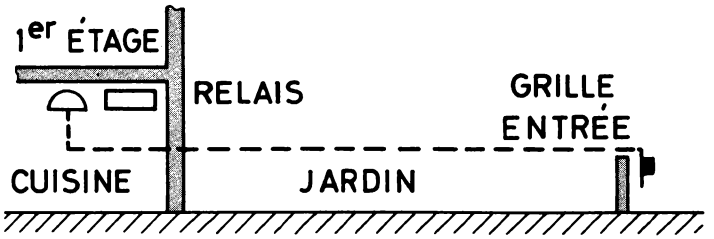


Fig. 5.

• Schéma multifilaire : *fig.* 6.

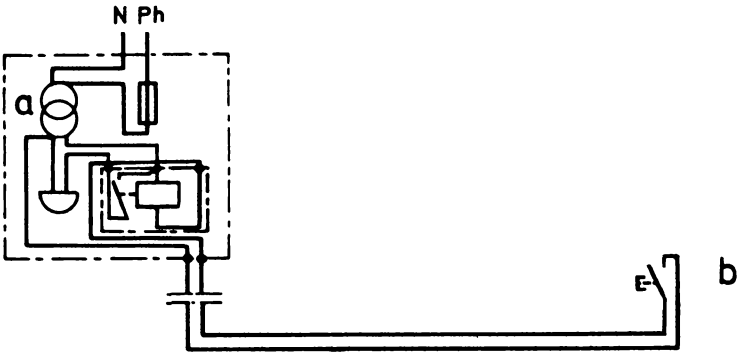


Fig. 6.

La *figure* 7 montre une variante de ce montage avec retour du courant se faisant par la terre.

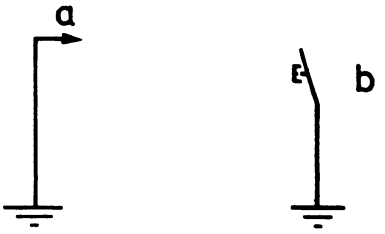


Fig. 7.

2e **Exemple.** — *Commande d'une sonnerie dont le fonctionnement est rendu continu par un relais.*

- Schéma développé : *fig.* 8.
- Analyse de la fonction à remplir : *fig.* 9.

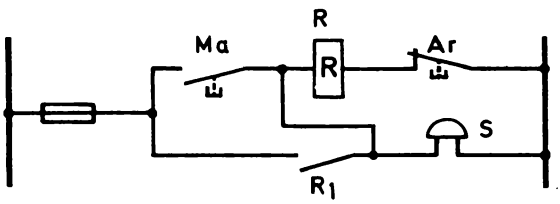


Fig. 8.

Action sur postes de commande		Etats de			Observations
Marche	Arret	R	R_1	S	
Pas d'action.	Pas d'action.	0	0	0	
Action.	Pas d'action.	1	1	1	R_1 auto alimente la bobine R ; S fonctionne d'une manière continue.
Arrêt de l'action.	Pas d'action.	1	1	1	
Pas d'action.	Action.	0	0	0	
Pas d'action.	Arrêt de l'action.	0	0	0	

Fig. 9.

3.6. - Commande à distance de l'ouverture d'une porte avec ou sans appel sonore (serrure à commande électrique ou gâche électrique)

3.6.1. - APPLICATIONS

L'ouverture des portes d'entrée d'immeubles, de cliniques, d'usines, etc. peut être effectuée mécaniquement et à distance à l'aide d'une gâche électrique. Ce montage est généralement lié à celui d'une commande de sonnerie qui permet la demande de l'ouverture.

3.6.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir et interrompre momentanément un circuit comprenant une gâche électrique et, ce, d'un ou plusieurs endroits.

3.6.3. - ANALYSE DE LA FONCTION : *fig. 1.*

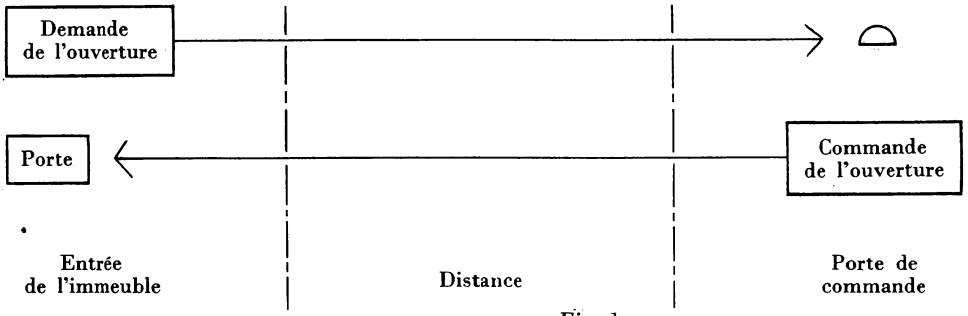


Fig. 1.

3.6.4. - REPRÉSENTATION DÉVELOPPÉE

La *figure* 2 représente le schéma développé de l'installation d'une gâche électrique avec son poste de commande, et d'une sonnerie commandée de deux endroits.

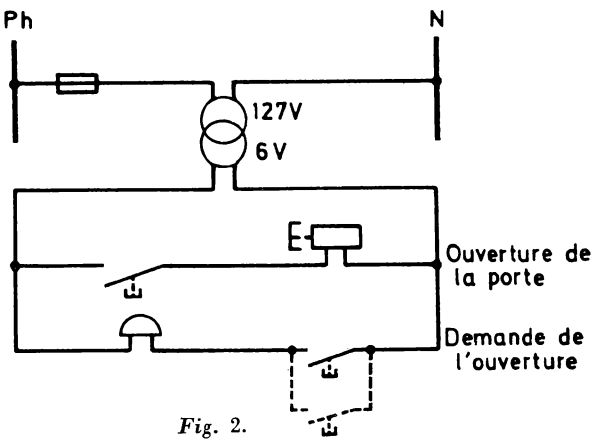


Fig. 2.

3.6.5. - EXEMPLES

1er Exemple. — *Installation d'une gâche électrique commandant la porte d'entrée d'un immeuble. Le poste de commande de la sonnerie est situé à l'extérieur de la porte. La sonnerie et le poste de commande de la gâche sont situés dans la loge de la concierge. L'alimentation est effectuée en T.B.T.*

- Schéma développé : *fig.* 2 (page 103).
- Schéma architectural : *fig.* 3.
- Schéma multifilaire : *fig.* 4.
- Schéma unifilaire : *fig.* 5.

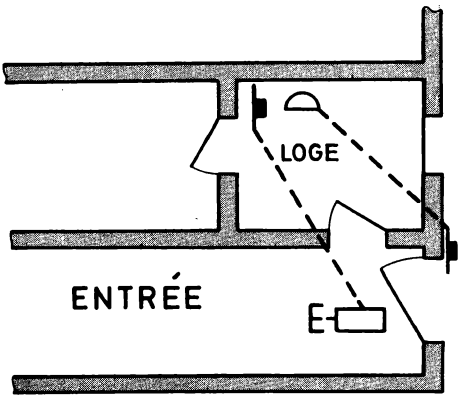


Fig. 3.

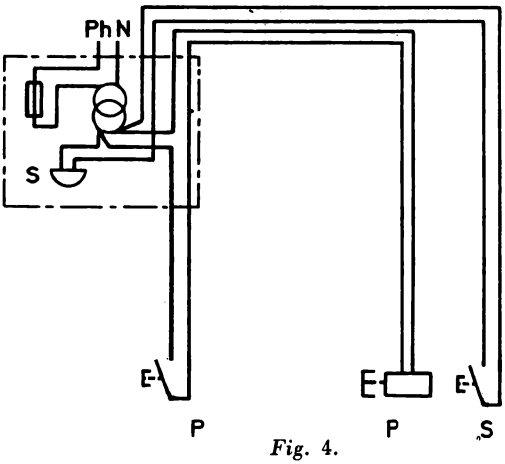


Fig. 4.

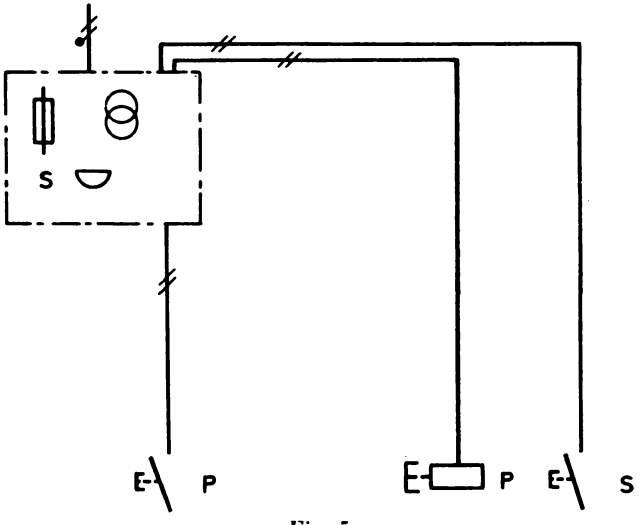


Fig. 5.

2e Exemple. — *Installation d'une gâche électrique et d'une sonnerie pouvant fonctionner comme suit :*

— deux boutons-poussoirs situés à la porte d'entrée d'un immeuble (l'un à l'extérieur, l'autre à l'intérieur) doivent actionner soit une gâche, le jour, soit une sonnerie (située dans la loge), la nuit ;

— un bouton situé dans la loge doit actionner, jour et nuit, la gâche.

- Schéma développé : *fig.* 6.
- Schéma multifilaire : *fig.* 7.

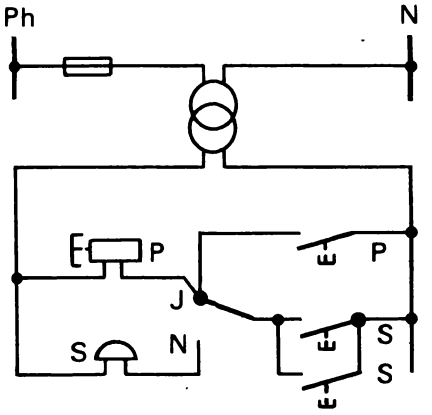


Fig. 6.

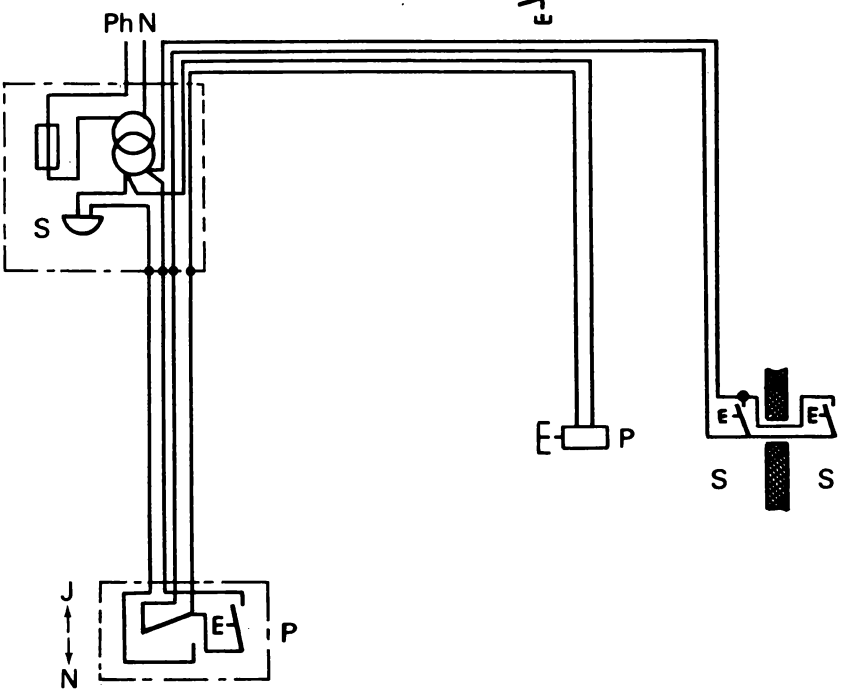


Fig. 7.

3.7. - Commande de l'accès d'un bureau [1]

3.7.1. - APPLICATIONS

Le visiteur qui désire être reçu dans un bureau signale sa présence en actionnant une sonnerie dont le poste de commande se trouve à l'entrée. A ce signal, l'occupant du bureau répond par l'une des informations : « Entrez », « Occupé », « Attendez », « Revenez », « Téléphonez », « Absent », etc.

Éventuellement, l'une quelconque de ces informations pourra être maintenue pendant un temps plus ou moins long, durant lequel toute possibilité d'appel pourra être supprimée.

Exemple. — *Maintien du signal « Occupé » pendant une conférence.*

L'ouverture de la porte peut s'effectuer à l'aide d'une gâche électrique commandée du bureau.

Alimentation. — On utilise une source à très basse tension et généralement à courant alternatif (emploi d'un transformateur). Pour éviter les ronflements, on emploie une cellule redresseuse (redressement d'une alternance).

3.7.2. - DEMANDE DE L'OUVERTURE D'UNE PORTE ET RÉPONSES « ENTREZ », « OCCUPÉ »

◆ **Fonction à remplir.**

L'appui sur le bouton « Appel » actionne un ronfleur.

L'appui sur l'un des boutons « Occupé » ou « Entrez » allume les lampes correspondantes sur le bloc de porte et sur le bloc de bureau. Une gâche électrique fonctionne dès que l'on appuie sur le bouton « Entrez ».

L'extinction du signal « Occupé » est faite soit par le bouton d'extinction (bureau), soit par la manœuvre « Entrez ».

L'extinction du signal « Entrez » est effectuée automatiquement à l'ouverture de la porte, soit par le bouton d'extinction.

◆ **Représentation développée** : *fig.* 1.

R - Ronfleur commandé par le bouton « Appel » (sonnez).

E, E_1 - Lampes « Entrez » placées respectivement sur le bloc du bureau et sur le bloc de la porte.

O, O_1 - Lampes « Occupé » placées respectivement sur le bloc du bureau et sur le bloc de la porte.

O_2 - Bouton « Occupé » (bureau).

E_2 - Bouton « Entrez » (bureau).

Ext. - Bouton d'extinction (bureau).

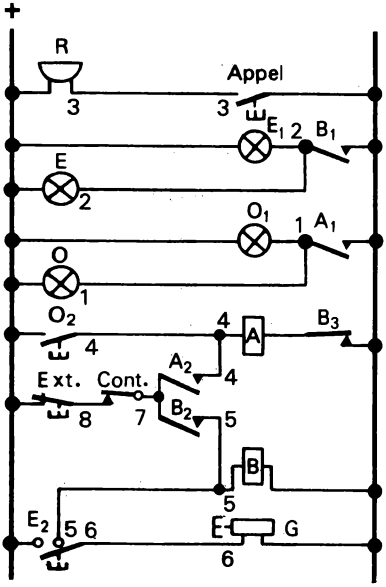
A et B - Relais.

A_1, A_2, B_1, B_2, B_3 - Contacts dépendant des relais A ou B.

A_2, B_2 - Contacts d'auto-alimentation (ou de maintien).

G - Gâche électrique ouvrant automatiquement la porte (éventuellement).

Cont. - Contact de feuillure situé sur la porte et annulant l'indication.



(1) Étude extraite en partie de notices techniques des Ets Caradeau.

◆ **Exemple de fonctionnement.**

En appuyant sur O_2, le relais A attire :

— A_1, qui allume les lampes O et O_1 ;
— A_2, qui maintient le circuit de A fermé.

En appuyant sur E_2, la gâche fonctionne et le relais B attire :

— B_3, qui coupe le circuit du relais A : A_1 s'ouvre et O, O_1 s'éteignent ;
— B_1, qui allume les lampes E, E_1 ;
— B_2, qui maintient le circuit de B fermé.

Lorsque la porte s'ouvre, le contact « Cont. » coupe le circuit de B : B_1, B_2, B_3 reprennent leur position de repos et les lampes E, E_1 s'éteignent.

3.7.3. - DEMANDE DE L'OUVERTURE D'UNE PORTE ET RÉPONSES « ENTREZ », « OCCUPÉ », « ATTENDEZ »

◆ **Représentation développée** : *fig.* 2.

3.7.4. - COMMANDE DE DEUX PORTES AVEC DEUX RÉPONSES POUR CHACUNE D'ELLES : « ENTREZ », « OCCUPÉ »

◆ **Fonctions à remplir.**

L'appui sur le bouton « Sonnez » de l'une quelconque des deux portes actionne le ronfleur du bloc de bureau et allume sur celui-ci un voyant qui indique la porte appelante. Le fonctionnement doit être indépendant et identique pour chacune des portes. à savoir :

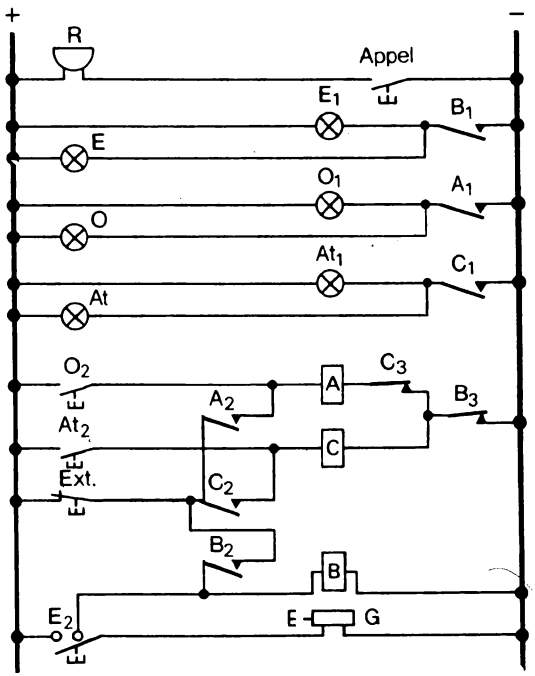


Fig. 2. — Bloc de porte : lampes E_1 (Entrez), O_1 (Occupé), At_1 (Attendez) et bouton d'appel A_3.

Bloc à relais : A avec A_1, A_2, A_3 ;
B avec B_1, B_2, B_3 ;
C avec C_1, C_2, C_3.

Bloc de bureau :
— boutons O_2 (Occupé) ; E_2 (Entrez). At_2 (Attendez) ;
— lampes témoins : E, O, At ;
— ronfleur : R ;
— bouton d'extinction : Ext.

Contact de porte : Cont.

Gâche : G.

— l'appui sur l'un des boutons « Entrez » ou « Occupé » du bloc de bureau allume la lampe correspondante de réponse au bloc de porte commandé, ainsi que celle de contrôle du bureau ;

— l'appui sur le bouton « Entrez » déclenche, en outre, la gâche électrique (facultative) de ladite porte ;

— l'extinction du signal « Occupé » est faite soit par le bouton d'extinction du bloc de porte, affecté à cette porte, soit par la manœuvre « Entrez » de cette porte ;

— l'extinction du signal « Entrez » est effectuée soit automatiquement à l'ouverture de cette porte par un contact de feuillure, soit par le bouton d'extinction correspondant du bloc de bureau.

◆ **Représentation semi-développée :** *fig.* 3.

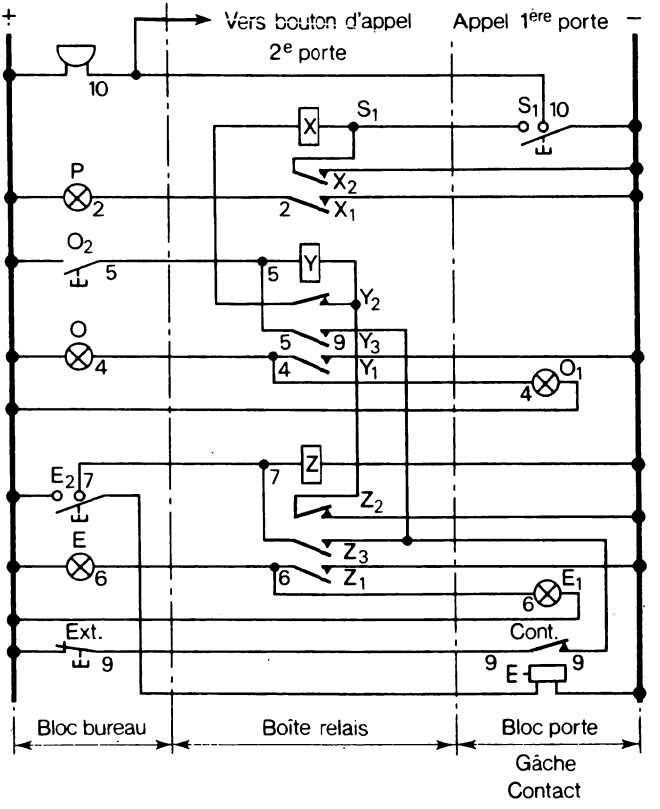


Fig. 3.

3.8. - Commande de plusieurs endroits d'une signalisation sonore et visuelle (tableau annonciateur)

3.8.1. - APPLICATIONS

La signalisation sonore n'est pas toujours suffisante et il faut faire appel, dans de nombreux cas, à la signalisation *visuelle* ou *sonore et visuelle*. Souvent il est nécessaire d'enregistrer un appel et de déterminer d'où vient cet appel.

Dans les hôtels, les hôpitaux, les administrations, il est fait usage de tableaux indicateurs à voyants (mécanique ou lumineux) qui permettent de déterminer les appels.

3.8.2. - FONCTION A REMPLIR

Etablir, de plusieurs endroits :

— temporairement, un circuit de signalisation sonore ;

— d'une façon continue, un circuit de signalisation visuelle (voyants mécaniques ou lumineux) indiquant l'origine de l'appel.

Effacer électriquement les appels.

3.8.3. - ANALYSE DE LA FONCTION A REMPLIR : *fig. 1.*

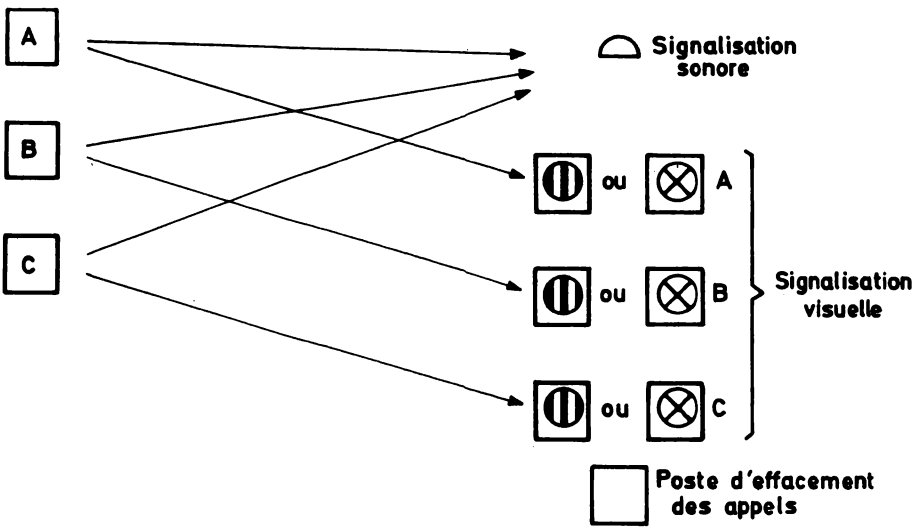


Fig. 1.

3.8.4. - TABLEAU ANNONCIATEUR A VOYANTS MÉCANIQUES

◆ **Représentation développée.**

La *figure* 2 représente le schéma développé de l'installation d'une sonnerie et d'un tableau annonciateur à deux voyants mécaniques commandés de deux endroits.

La *figure* 3 représente le schéma semi-développé de la même installation.

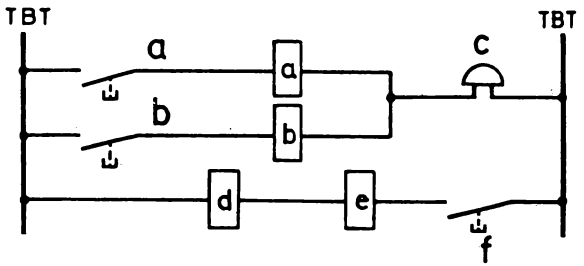


Fig. 2.

a. Bouton de commande de *a* et *c*.
b. Bouton de commande de *b* et *c*.
f. Clé de disparition commandant *d* et *e*.

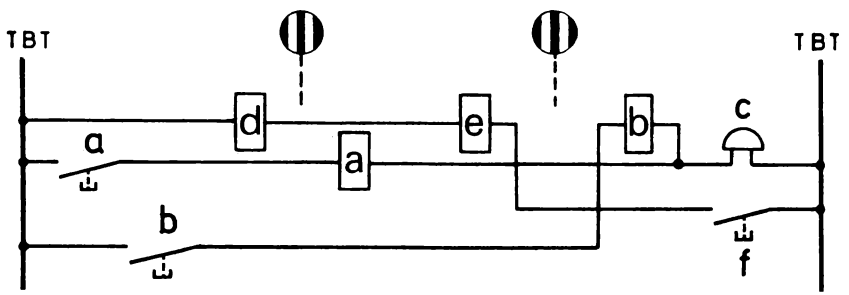


Fig. 3.

a et *b*. Bouton de commande de la sonnerie et des bobines.
c, *d*, *e*, *f*. Appareils rassemblés sur un tableau.
a, *d* et *b*, *e* forment un tableau annonciateur à deux voyants mécaniques.

Exemple. — *Installation d'un tableau annonciateur à voyants mécaniques et d'une sonnerie placés dans un bureau situé au rez-de-chaussée et commandés du rez-de-chaussée,* 1er, 2e *et* 3e *étages. Alimentation en T.B.T. sur secteur.*

- Schéma développé : identique à la *figure* 2, page 107, mais avec quatre boutons-poussoirs.
- Schéma architectural : *fig.* 4.
- Schéma multifilaire : *fig.* 5.

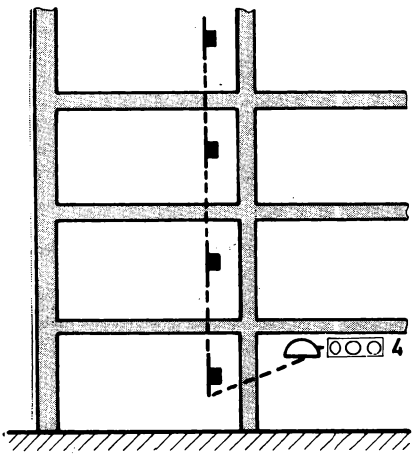


Fig. 4.

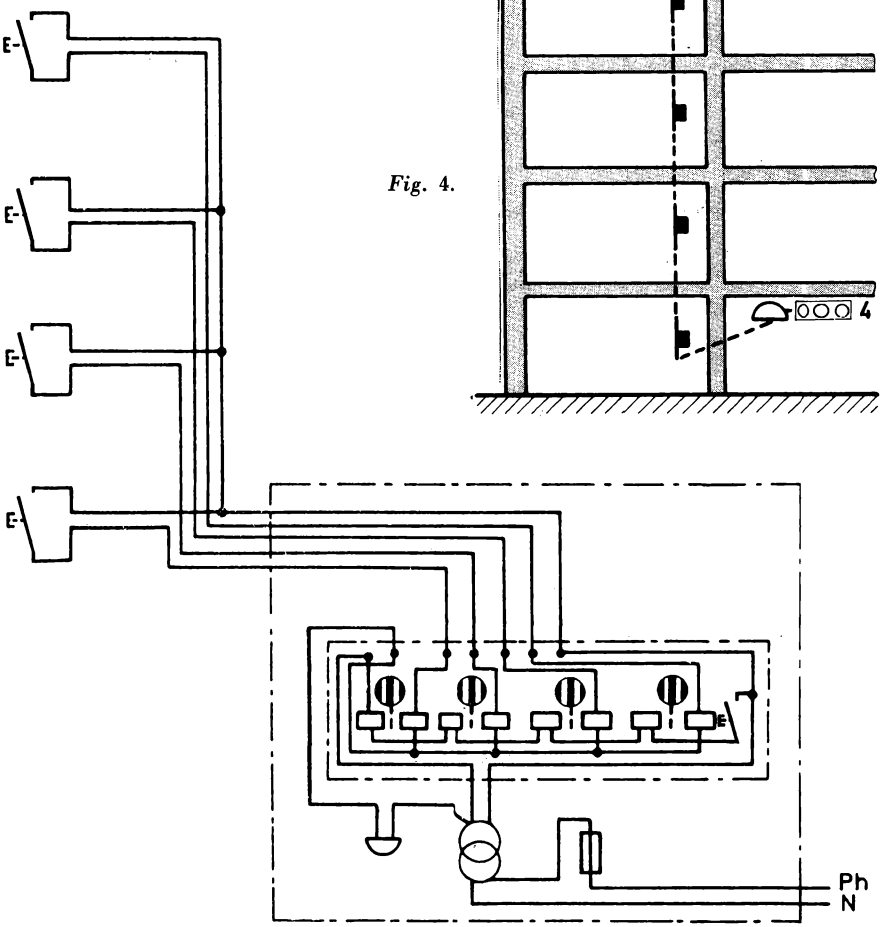


Fig. 5.

3.8.5. - TABLEAU ANNONCIATEUR A VOYANTS LUMINEUX

◆ **Représentation développée.**

La *figure* 6 représente le schéma développé très simplifié de l'installation d'une sonnerie et d'une lampe de signalisation.

◆ **Exemple.** — *Installation d'un tableau annonciateur à voyants lumineux et d'une sonnerie placés dans une salle de réception et commandés de trois pièces. Alimentation en T.B.T. sur secteur.*

• Schéma architectural : *fig.* 7.

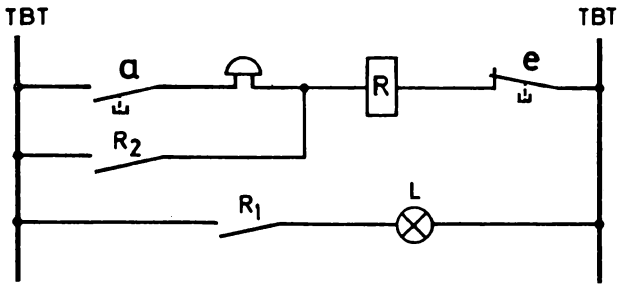


Fig. 6.

a. appel.
e. effacement (extinction de L).

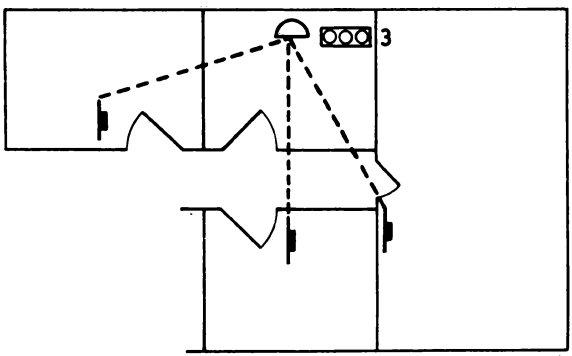


Fig. 7.

- Schéma développé : *fig.* 8.
- Schéma des canalisations intérieures du tableau : *fig.* 9.

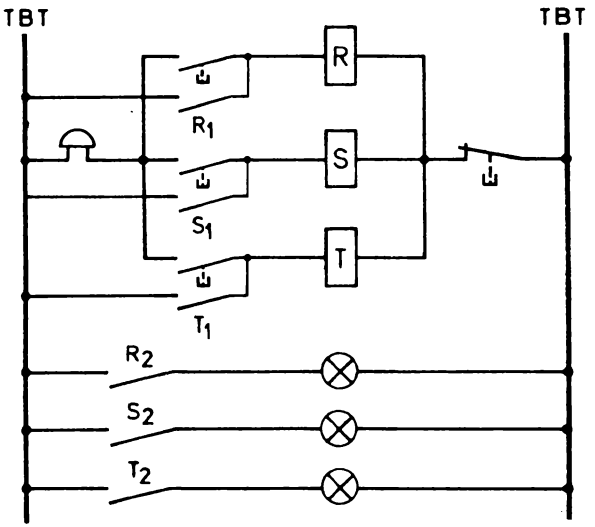


Fig. 8.

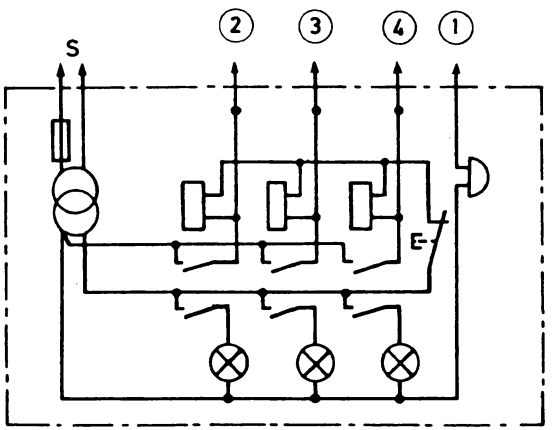


Fig. 9.

S. Secteur.
1. Vers commun des boutons-poussoirs.
2, 3, 4. Vers chacun des boutons-poussoirs.

3.9. - Signalisation lumineuse pour hôtels (1)

3.9.1. - PROBLÈME GÉNÉRAL

La clientèle, par des appels émis des chambres et des dépendances (w.-c., salle de bains), provoque l'allumage simultané de voyants lumineux à tous les endroits où peut se trouver le personnel recherché (couloirs, offices, lingeries, etc.).

Pour tranquilliser le client, un voyant peut apparaître sous ses yeux dès que les lampes d'appel sont allumées ; on évite ainsi les répétitions d'appels.

Pour obtenir l'obligation de réponse, on prévoit l'extinction des lampes de l'endroit où cet appel a été émis.

Dans le but d'alléger et d'activer le service, des voyants jalonnent le chemin le plus court pour se rendre au lieu d'appel. Ce dispositif évite au personnel de repasser par l'office.

Les tableaux d'offices doivent être conçus pour permettre le couplage à volonté des appels des différents étages, afin de satisfaire aux services réduits des demi-saisons ou aux services de nuit.

3.9.2. - SIGNALISATION A UN SERVICE (une seule personne appelée : valet ou femme de chambre).

3.9.2.1. - Fonctions à remplir.

◆ **Appel du client.**

Le client, en appuyant momentanément sur un dispositif d'appel, fait fonctionner un ronfleur à l'office (pendant la durée de l'appui) et allume :

— une lampe d'appel à la porte de sa chambre, sur un « hublot de porte » ;

— une lampe-pilote, sur un « hublot-pilote », aux bifurcations de couloirs ;

— une lampe d'appel sur le tableau d'office.

L'appel étant enregistré, une lampe de contrôle (tranquillisation) s'allume sous les yeux du client.

◆ **Recherche.**

Si l'employé n'a qu'un bref séjour à faire dans la chambre, il annulera l'appel par une manœuvre sur le bloc de chambre. A sa sortie de la chambre, tout nouvel appel lui parviendra par le circuit signalétique approprié.

S'il doit faire un séjour prolongé (nettoyage, par exemple), il pourra, par une manœuvre sur le bloc de chambre, en plus de l'annulation de l'appel, être prévenu d'un autre appel par la sonorité cadencée d'un ronfleur.

De plus, une lampe de présence située dans le hublot de porte s'allumera, facilitant la recherche de l'employé.

◆ **Rappel.** Si le client sonne à nouveau, il actionne le ronfleur du tableau d'office sans modifier le circuit signalétique alimenté par son premier appel.

(1) Nous utilisons pour les paragraphes 3.9 à 3.14 le déplacement « droite-gauche » et « bas en haut » des éléments mobiles des contacts, représentés au repos. Certains symboles ne sont pas encore homologués.

◆ **Remise à zéro.**

La lampe d'appel d'une chambre ne peut être éteinte, et son propre circuit signalétique coupé, que de cette chambre même, par action sur le bloc de chambre (enfichage d'un jack ou appui sur un bouton d'extinction).

3.9.2.2. - Installation simplifiée comprenant : un bouton d'appel, un bouton d'extinction, un hublot pilote, un hublot de porte et un tableau d'office.

La *figure* 1 représente le schéma semi-développé de l'installation.

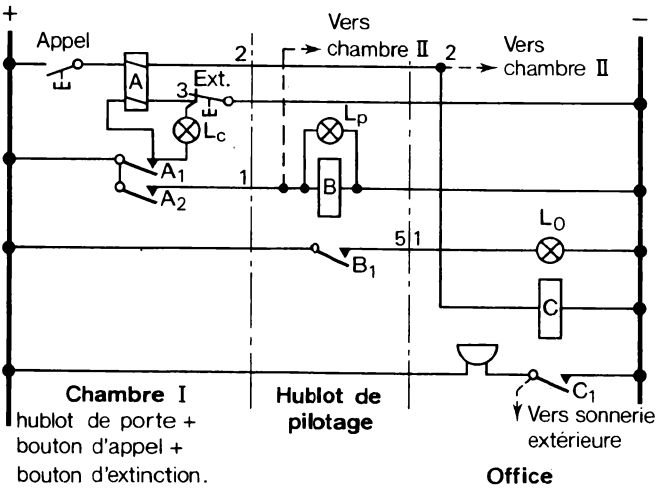


Fig. 1. — Fonctionnement.

Lorsqu'on appuie sur le bouton d'appel (chambre I ou II) :

la bobine C, alimentée, ferme C_1 qui actionne le ronfleur jusqu'au moment où l'on cesse d'appuyer ;

le premier enroulement de A est alimenté et attire :

— A_1, qui met sous tension le deuxième enroulement (auto-alimentation du relais) et allume la lampe L_c (située sur le hublot de chambre) ;

— A_2, qui allume la lampe L_p (hublot de pilotage) et met sous tension la bobine B. Le contact B_1, attiré, allume la lampe L_o (bloc d'office).

Lorsqu'on appuie sur le bouton d'extinction, le circuit complet revient au repos.

***3.9.2.3.* - Installation comprenant :** deux chambres, deux bifurcations de couloir et un office (alimentation en courant alternatif 20 V).

L'emploi des redresseurs (blocage du courant dans un sens) permet de réduire le nombre de conducteurs de la ligne (4 fils seulement).

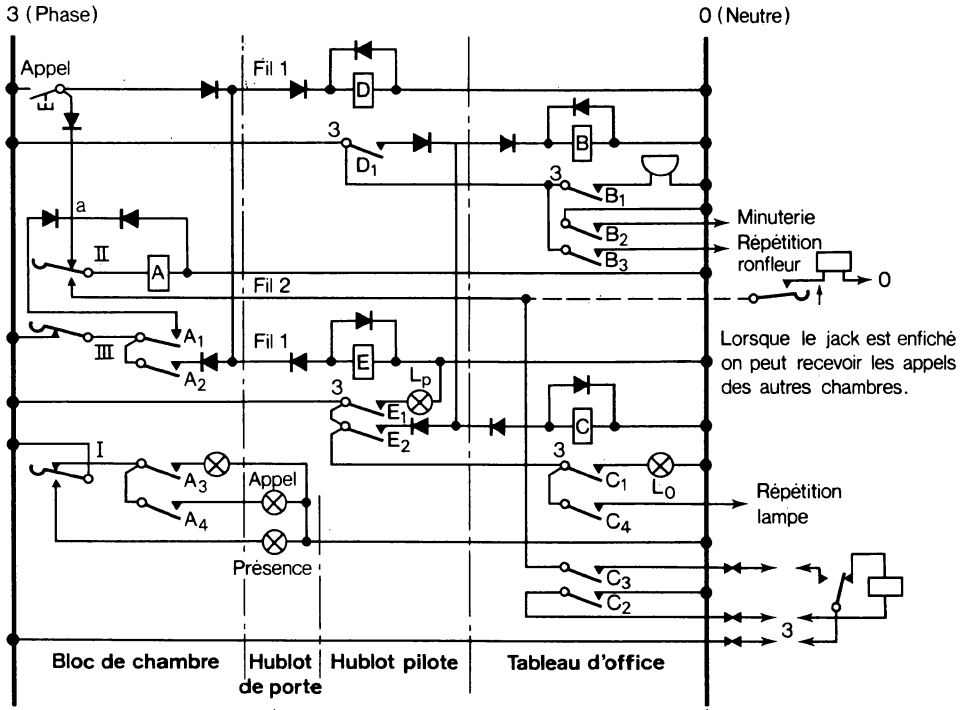


Fig. 3. — Schéma semi-développé.

Fig. 4. — Emploi d'un clignoteur.

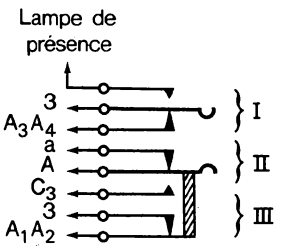


Fig. 5. — Emploi d'un clignoteur et d'une minuterie.

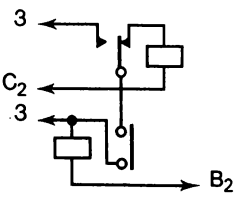


Fig. 6. — Jack rassemblant les éléments I, II et III.

3.9.3. - SIGNALISATION A PLUSIEURS SERVICES

Pour les hôtels de grand standing, à deux services (femme de chambre et valet de chambre) ou à trois services (femme de chambre, valet de chambre et maître d'hôtel), les mêmes principes sont appliqués. Les appels sont transmis seulement par un signal sonore à deux cadences. Ces dernières sont obtenues par un combinateur et maintenues un temps déterminé par une minuterie.

Le couplage des étages s'avère indispensable :

— pour obtenir un service de nuit ;

— pour satisfaire à un personnel réduit pendant les périodes de demi-saison.

3.10. - Signalisation lumineuse pour établissements hospitaliers

3.10.1. - CONDITIONS QUE DOIT REMPLIR CETTE SIGNALISATION

◆ **Transmettre simultanément l'appel** du malade de n'importe quel lieu où il se trouve (chambre, w.-c., salle de bains), à tous les endroits où peut se trouver l'infirmière (salle de garde, dépendances, chambres de malades, etc.).

Un appel doit apparaître simultanément :

— à la porte de la pièce d'où provient l'appel, par un feu fixe placé sur un « hublot de porte » ;

— à la salle de garde, par un feu clignotant lent indiquant l'étage ou le groupe d'où provient l'appel, placé sur un « tableau de salle de garde ». Une sonorité discrète de ronfleur souligne brièvement cet appel ;

— dans toute chambre où peut se trouver l'infirmière, par un feu clignotant lent, sur un « bloc de chambre ».

◆ **Tranquilliser le malade** en lui permettant de contrôler :

— l'enregistrement de son appel. Un feu clignotant lent, placé sur le « bloc de chambre », apparaît sous les yeux du malade qui appelle ;

— si l'infirmière a bien reçu son appel.

Sur chaque « bloc de chambre » ou « tableau de salle de garde », on peut provoquer la transformation en feu fixe du feu clignotant lent, placé sous les yeux du malade, de celui du tableau de salle de garde et de ceux des hublots d'étage.

◆ **Réduire** à leur minimum *les parcours indispensables de l'infirmière et supprimer les parcours inutiles*.

On utilise à cet effet des feux pilotes placés sur des « hublots-pilotes », dans les couloirs ; des feux clignotants lents placés sur des « hublots d'étages », aux paliers.

◆ **Garantir l'obligation de répondre aux appels** (ni oublis, ni omissions).

L'extinction des feux correspondant au seul circuit signalétique afférent à une chambre ne peut être produite que du lieu d'appel (introduction d'une clé dans un jack situé sur le « bloc de chambre »).

Cette annulation doit laisser subsister les circuits signalétiques des autres chambres.

◆ Permettre à l'infirmière (ou au médecin) de **signaler sa présence** (recherche aisée) par l'allumage d'un feu fixe sur le « hublot de porte ».

◆ Permettre à l'infirmière qui a besoin d'aide de lancer un **appel de secours** (ou d'urgence) primant tous les autres appels et pouvant être émis de tous lieux.

◆ Réaliser un **service de garde de nuit,** avec un personnel réduit, en provoquant l'intercommunication des tableaux de salle de garde.

En conclusion, le problème de la signalisation lumineuse pour hôpitaux est identique à celui des hôtels ; toutefois, la chasse au bruit étant impérative, les signaux sont établis par feux fixes ou clignotants dans les chambres ou dans les couloirs.

Au contraire, dans les hôtels, l'appel du personnel travaillant dans les chambres (pendant les heures du jour où les chambres ne sont pas occupées par la clientèle) doit être sonore, afin de couvrir les bruits provoqués par le nettoyage.

3.10.2. - SIGNALISATION COMPLÈTE POUR HOPITAUX

L'installation d'une signalisation complète comprend :

— un tableau d'office par étage (*fig.* 1) ;
— des blocs de chambre (*fig.* 2) ;
— des hublots de pilotage (*fig.* 3) ;
— un tableau de garde (*fig.* 4) ;
— un combinateur pour clignoteurs (*fig.* 5) ;
— une source de courant (fils 3 et 0) ;
— des fils de signalisation (fils 1 et 2).

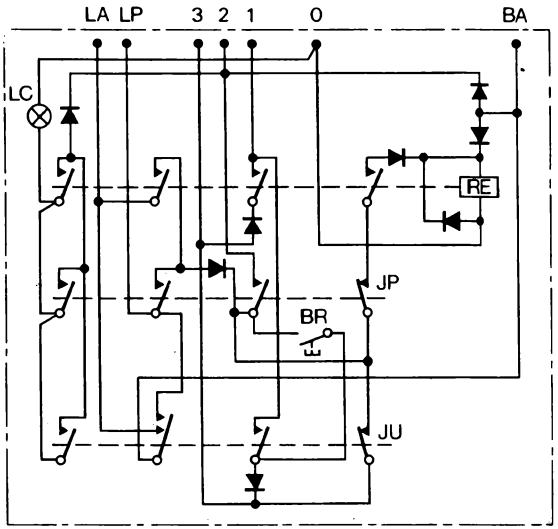


Fig. 2. — Bloc de chambre.

0, 3 - Fils d'alimentation.
1, 2 - Fils de signalisation.
LA - Vers lampe d'appel (hublot porte chambre).
LP - Vers lampe de présence (hublot porte chambre).
LC - Lampe de contrôle.
BA - Vers bouton d'appel (chambre).
RE - Relais d'enregistrement d'appel.
JP - Jack de présence.
JU - Jack d'urgence.
BR - Bouton de réponse.

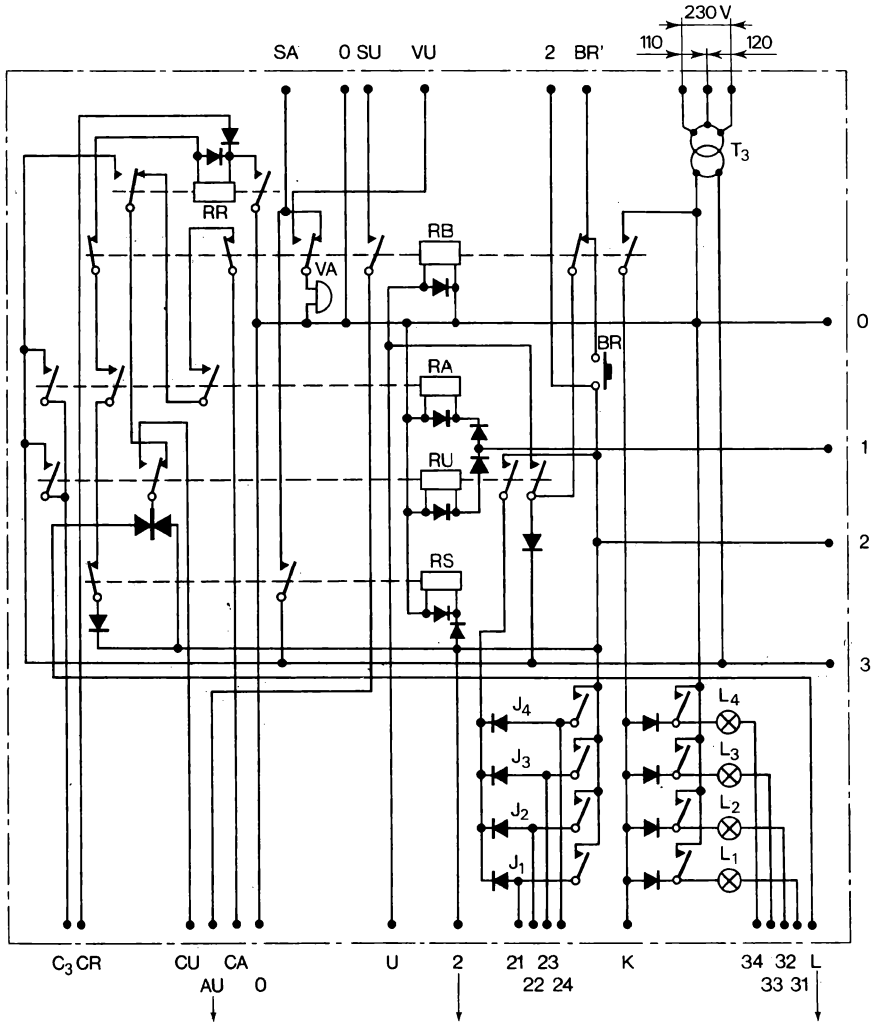


Fig. 1. — Tableau d'office.

0, 3 - Fils d'alimentation.
1, 2 - Fils de signalisation.
SA - Vers sonnerie d'appel.
SU - Vers sonnerie d'urgence (tableau de garde).
VU - Vers vibreur (ronfleur) urgence.
BR' - Vers bouton de réponse, extérieur au tableau.
VA - Vibreur (ronfleur).
BR - Bouton de réponse.
T_3 - Transformateur.

RR - Relais de réponse.
RB - Relais de blocage.
RA - Relais d'appel.
RV - Relais d'urgence.
RS - Relais de sonnerie.
J_1 - Jack 1er étage.
J_2 - Jack 2e étage.
J_3 - Jack 3e étage.
J_4 - Jack 4e étage.
L_1 - Lampe 1er étage.
L_2 - Lampe 2e étage.
L_3 - Lampe 3e étage.
L_4 - Lampe 4e étage.
C_3 - Vers commande moteur du clignoteur.

CR - Vers clignotant réponse (clignoteur).
CU - Vers clignotant urgence (clignoteur).
CA - Vers clignotant lent (clignoteur).
U - Borne reliée au tableau de garde (borne U).

La borne AU peut être reliée à CU au lieu de CA sur tous les tableaux : fonctionnement cadencé plus rapide de la sonnerie.

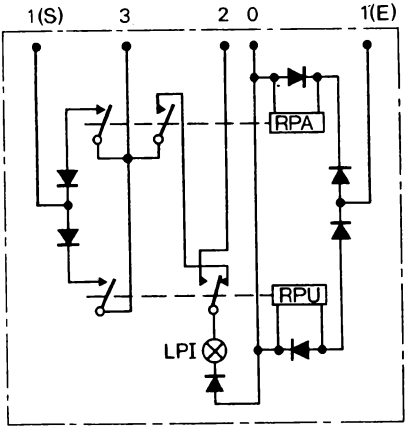


Fig. 3. — Hublot de pilotage.

0, 3 - Fils d'alimentation.
2 - Fil de signalisation.
LPI - Lampe de pilotage.
1 (E) - Fil 1 entrée.
1 (S) - Fil 1 sortie.
RPA - Relais pilote appel.
RPU - Relais pilote urgence.

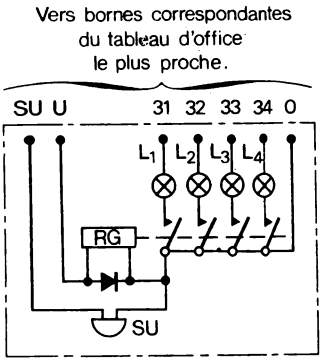
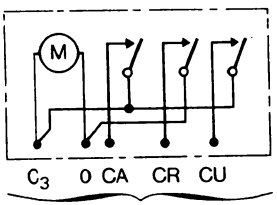


Fig. 4. — Tableau de garde.

0 - Fil d'alimentation.
RG - Relais tableau « Docteur de garde ».
SU - Sonnerie d'urgence.
L_1, L_2, L_3, L_4 - Lampes d'étage.
U - Borne reliée au tableau d'office (borne U).



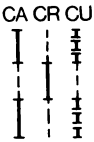


Fig. 5. — Clignoteur.

0 - Fil d'alimentation.
C_3 - Commande du moteur.
CA - Clignotant lent.
CR - Clignotant réponse (ne s'établit que lorsque CA et CU sont coupés).
CU - Clignotant urgence.
M - Moteur.

Des cames ferment en cadence les contacts à mercure de l'appareil.

Vers bornes correspondantes du tableau d'office le plus proche.
Vers bornes du tableau d'office.

La *figure* 6 représente le schéma des connexions extérieures d'une installation comportant le matériel énuméré ci-dessus.

NOTA. — On peut envisager des installations de signalisation à fonctions plus simples dans des établissements hospitaliers tels que, par exemple, les maisons de retraite.

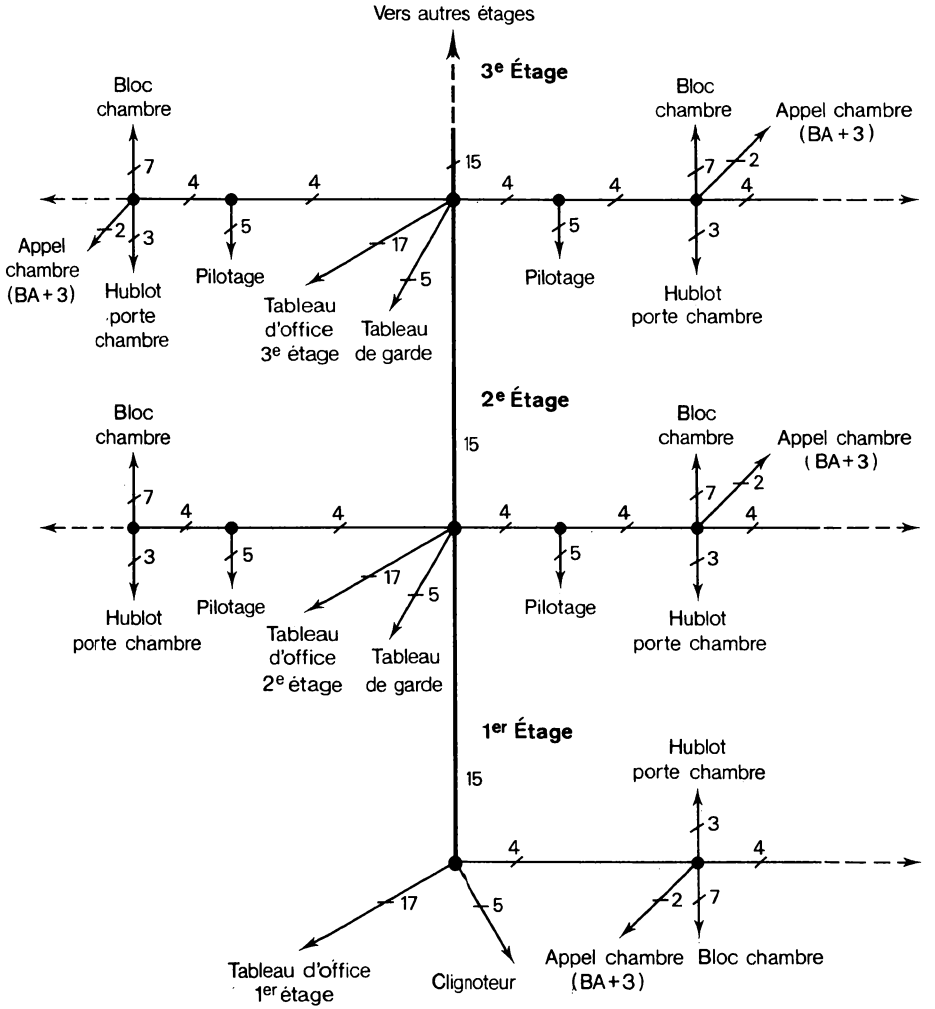


Fig. 6.

3.11. - Recherche de personnes

Le problème de la recherche du personnel consiste à joindre très rapidement un employé, quel que soit le lieu où son travail l'a appelé.

Les installations de ce genre trouvent également leur utilité dans les applications suivantes :

— *affichage des cours*, résultats, scores, etc., au fur et à mesure de leurs modifications dans les marchés, bourses, stades, etc. ;

— *appel des clients* aux guichets des banques ;

— *affichages des votes* dans les Assemblées ;

— dans les gares, syndicats d'initiative, *affichage continu* du nombre variable de chambres libres dans les différents hôtels.

3.11.1. - FONCTIONS A REMPLIR POUR LA RECHERCHE DE PERSONNES

◆ **Allumer simultanément en tous lieux** une lampe (ou plusieurs) sur des hublots, en agissant sur un poste de commande, émetteur d'appels (boutons-poussoirs). En combinant l'allumage des lampes, on réduit leur nombre.

Exemple. — *Avec* 2 *lampes, on peut effectuer* 3 *appels en feux fixes et* 6 *appels en feux fixes et clignotants. Avec* 5 *lampes, on peut effectuer* 31 *appels (feux fixes) ou* 62 *appels (feux fixes plus feux clignotants).*

L'emploi de feux fixes ou de feux clignotants peut permettre de différencier les appels urgents (téléphone extérieur, direction) des appels normaux (entre services intérieurs de l'entreprise).

◆ **Actionner des ronfleurs ou des sonneries** sur les lieux d'appel en agissant sur le poste émetteur.

◆ **Éteindre les lampes** du poste de commande lorsque l'appel est satisfait.

On ne peut émettre qu'un seul appel à la fois.

◆ **Contrôler les appels** depuis le poste de commande (voyant de contrôle d'appels).

3.11.2. - INSTALLATION POUR RECHERCHE DE TROIS OU DE SIX PERSONNES (*Fig.* 1).

◆ **Utilisation d'un pupitre de commande** (1), d'un relais principal et d'un bloc lumineux pour trois personnes ;

◆ **Adjonction d'un clignoteur** (2) pour recherche de six personnes ;

◆ **Adjonction d'un relais auxiliaire** (3) pour l'alimentation d'un deuxième bloc lumineux.

3.11.3. - RECHERCHE DE PERSONNES PAR INDICATIFS NUMÉRIQUES (1)

L'appareil est conçu de façon à faire apparaître sur un écran douze chiffres ou signes lumineux.

Le schéma prévoit leur allumage par feux fixes ou clignotants, ce qui permet la recherche de 24 personnes.

Cet appareil a été étudié de façon à n'exiger qu'une consommation très faible (inférieure à 1 W), ce qui permet l'utilisation de lignes en conducteurs fins, c'est-à-dire une installation électrique à courants faibles (genre téléphonie, signalisation).

(1) Système « Télérotor » des Établissements Caradeau.

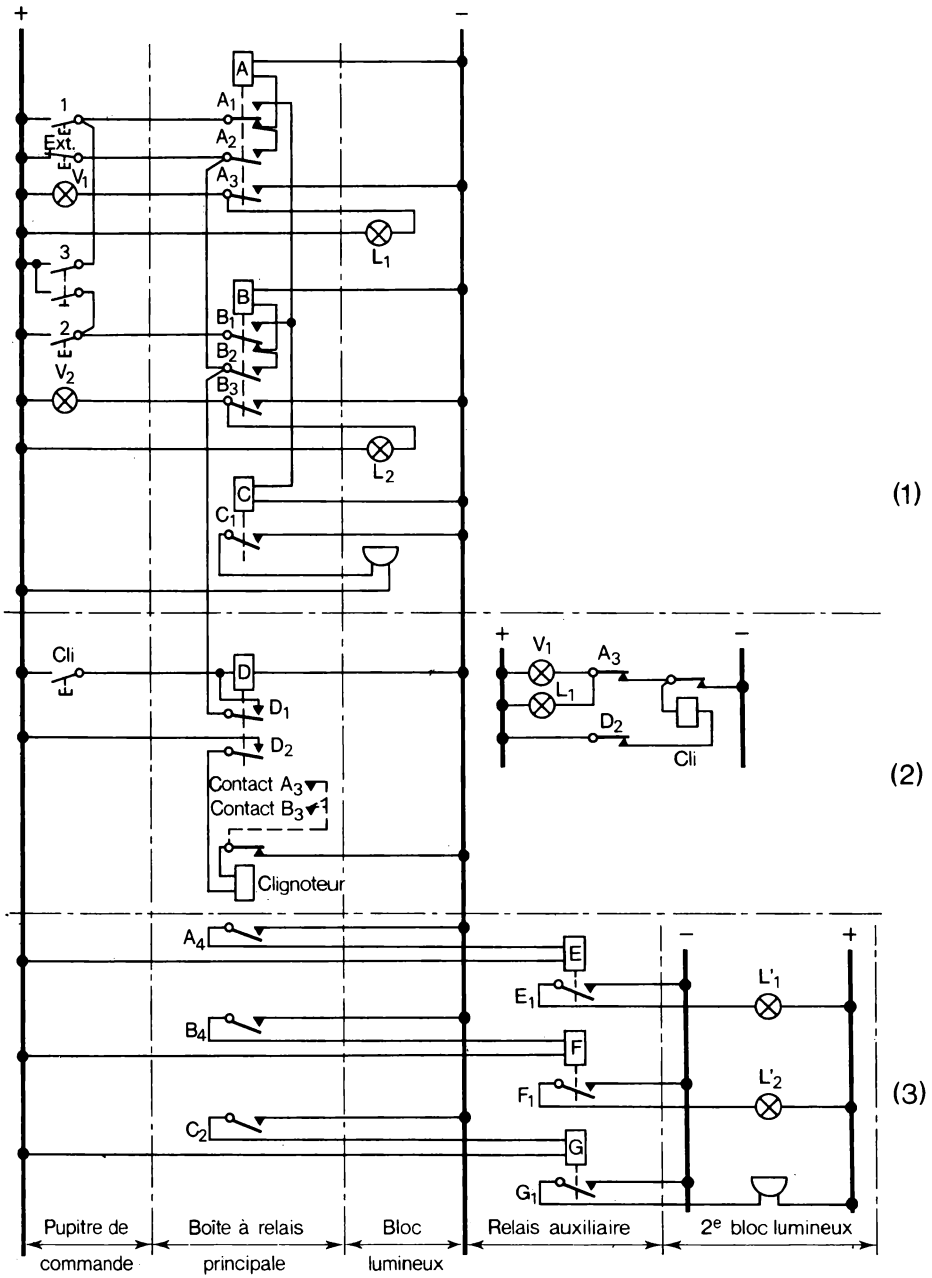

+
−
A
A1
A2
A3
1
Ext.
V1
L1
3
B
B1
B2
B3
2
V2
L2
C
C1
(1)
Cli
D
D1
D2
Contact A3
Contact B3
Clignoteur
+
V1
A3
L1
D2
Cli
−
(2)
A4
E
E1
L'1
B4
F
F1
L'2
C2
G
G1
(3)
Pupitre de commande
Boîte à relais principale
Bloc lumineux
Relais auxiliaire
2e bloc lumineux

Fig. 1.

La faible puissance disponible conduit à présenter devant l'objectif un objet de faibles dimensions. Un système optique convenable assure un grossissement de l'ordre de 10, avec le minimum de déformation.

Le positionnement de l'appareil est déterminé par un aimant qui se centre dans le champ magnétique résultant de deux bobinages perpendiculaires.

L'installation comporte : une boîte de commande, des récepteurs et une boîte d'alimentation locale par groupe de récepteurs.

La *figure* 2 représente le schéma des connexions intérieures d'un récepteur (télérotor) à une case.

La *figure* 3 représente le schéma semi-développé d'une boîte d'alimentation locale pour un groupe de récepteurs et la *figure* 4 la disposition des bornes.

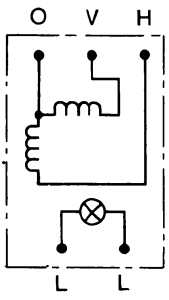


Fig. 2.

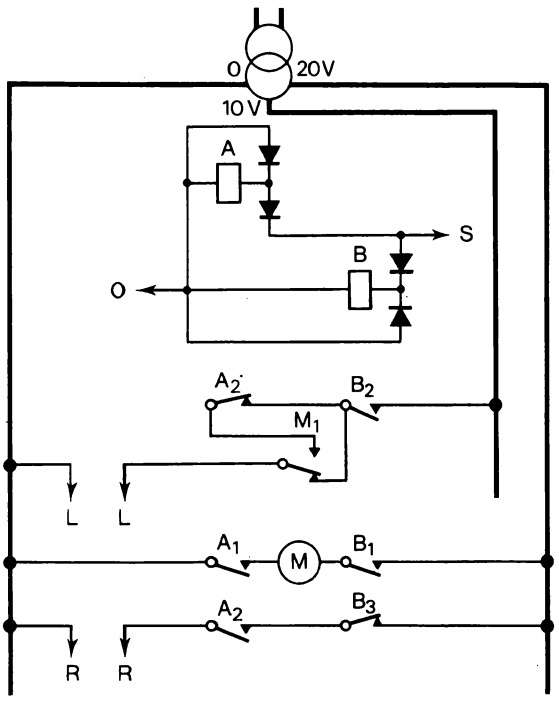


Fig. 3.

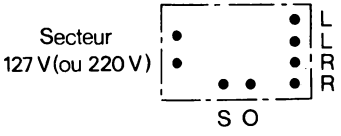


Fig. 4.

LL - Vers lampes des télérotors du groupe.
OS - Vers appareil de commande (*fig.* 5).
RR - Vers ronfleurs ou sonneries éventuelles (20 V c^{t} ~).

La *figure* 5 représente le schéma des connexions extérieures d'une installation de signalisation de recherche de personnes par appareil récepteur à une case (12 appels en feu fixe ou feu clignotant).

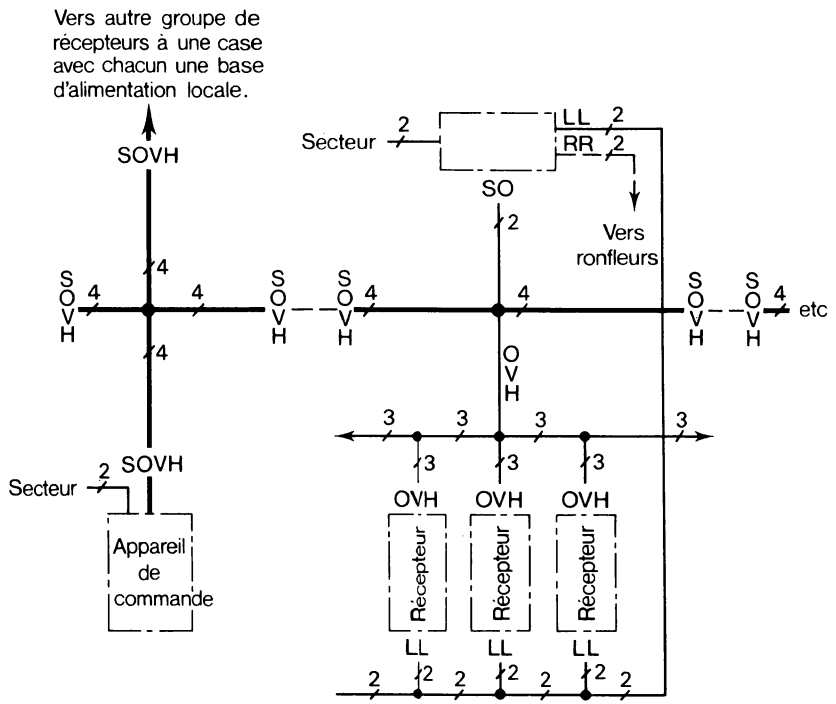


Fig. 5. — **Appareil de commande par commutateur rotatif ou par boutons : voyant de contrôle interrupteur feu clignotant, bouton allumage (ou 12 boutons d'allumage par appareil à boutons). bouton d'extinction.**

Les *figures* 6, 7, 8, 9 **représentent les schémas relatifs à la boîte de commande.**

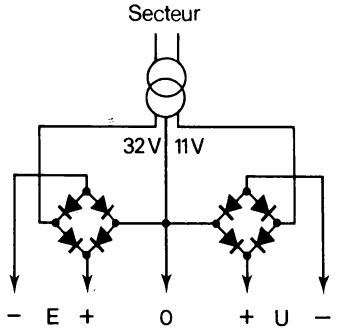


Fig. 6. — **Alimentation.**

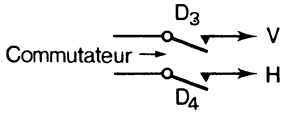


Fig. 9. — **Liaison entre commutateur rotatif et bornes VH-VH vers appareil récepteur** *(fig. 2)*.

COMMUTATIONS RÉALISÉES

Positions.	V	H
0	+ E	
1	+ E	+ U
2	+ U	+ E
3		+ E
4	— U	+ E
5	— E	+ U
6	— E	
7	— E	— U
8	— U	— E
9		— E
A	+ U	— E
B	+ E	— U

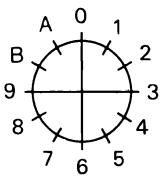


Fig. 7. — Commutateur rotatif à 12 positions bipolaires permettant d'alimenter les bornes VH avec les polarités indiquées dans le tableau ci-contre.

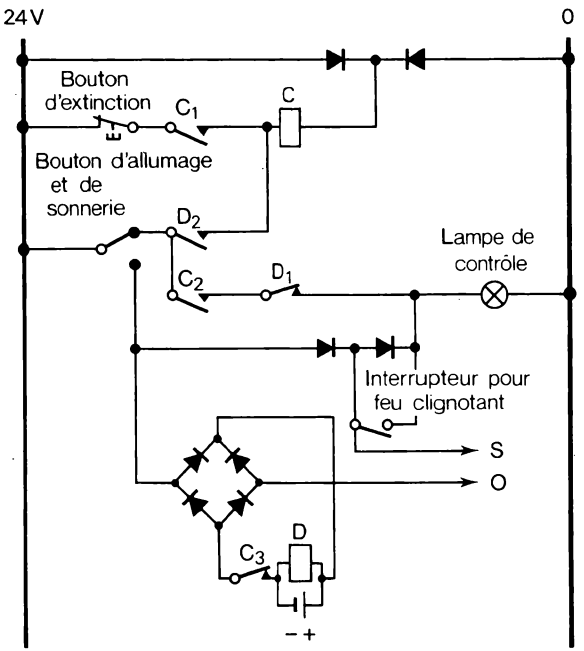


Fig. 8. — Relais. SO : vers boite d'alimentation locale (*fig.* 3) et appareils récepteurs (pour O).

3.12. - Alarme électrique

La signalisation d'alarme et de sécurité consiste à transmettre des signaux provoqués par la détection, généralement automatique, d'un danger. Elle a pour but de se prémunir contre les dangers du vol, de l'incendie, des émanations de gaz, etc.

3.12.1. - DIFFÉRENTS TYPES DE MONTAGES

Suivant le degré d'efficacité que l'on désire obtenir et suivant les problèmes à résoudre, on trouve plusieurs montages.

Dans chacun des montages on aura :

— un *circuit de commande* comprenant la bobine d'un relais et des contacts (à fermeture ou à ouverture) ;

— un *circuit d'alarme* comprenant des contacts commandés par la bobine du relais et la signalisation sonore ou lumineuse (sonnerie, sirène, voyant lumineux).

Pour s'assurer un fonctionnement sans défaillance des installations on utilise une source auxiliaire (batterie d'accumulateurs et rechargeur), indépendante du secteur (sujet à des pannes).

3.12.2. - CIRCUIT D'ALARME FONCTIONNANT PAR FERMETURE DES CONTACTS : *fig. 1* (schéma dévoloppé).

La fermeture du circuit d'alarme doit s'établir lors de la fermeture de l'un des contacts de sécurité (ouverts au repos) protégeant l'installation.

Lorsqu'une anomalie survient, l'un des contacts, en se fermant, doit alimenter la bobine du relais. Celle-ci ferme le contact situé dans le circuit d'alarme ; la sonnerie retentit.

La coupure des conducteurs met hors d'usage l'installation.

L'alarme est annulée lorsque le contact s'ouvre en refermant une issue, par exemple.

Ce circuit est principalement utilisé dans les magasins pour signaler l'entrée d'un client lorsque le commerçant est, par exemple, dans son arrière-boutique.

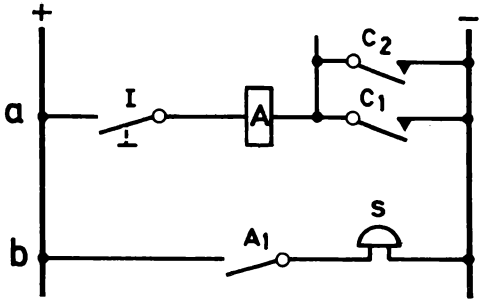


Fig. 1.

a. Circuit de commande.
b. Circuit d'alarme.
A, A_1. Relais avec contact ouvert au repos.
I. Interrupteur général permettant d'isoler l'installation.
C_1, C_2. Contacts de commande du relais, ouverts au repos.
S. Signalisation sonore (sonnerie).

3.12.3. - CIRCUIT D'ALARME FONCTIONNANT PAR OUVERTURE DES CONTACTS : *fig.* 2 (schéma développé).

La fermeture du circuit d'alarme doit s'établir lors de l'ouverture de l'un des contacts de sécurité (fermés au repos) protégeant l'installation.

Lorsqu'un danger survient, l'un des contacts, en s'ouvrant, doit donc permettre la fermeture du circuit d'alarme. Il est donc nécessaire que, en attente de fonctionnement, le relais soit alimenté de façon à ouvrir le contact situé dans le circuit d'alarme.

La coupure du circuit de commande par les contacts ou les fils provoque le fonctionnement du signal sonore.

L'alarme est annulée lorsque l'un des contacts, préalablement ouvert, se referme (fermeture d'une fenêtre protégée, par exemple).

3.12.4. - CIRCUIT D'ALARME FONCTIONNANT PAR FERMETURE D'UN CONTACT COMMANDÉE PAR UN DÉTECTEUR (CELLULE PHOTO-ÉLECTRIQUE PAR EXEMPLE) : *fig.* 3 (schéma développé).

Lorsqu'un détecteur révèle un début d'incendie, des émanations de gaz, etc. il ferme le circuit de commande, alimentant ainsi la bobine du relais. Celle-ci ferme le contact situé dans le circuit d'alarme. La sonnerie retentit.

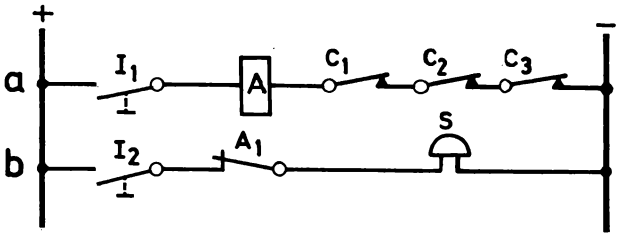


Fig. 2.

A, A_1. Relais avec contact fermé au repos.
I_1, I_2. Interrupteurs permettant d'isoler les circuits de commande et d'alarme.
C_1, C_2, C_3. Contacts de commande du relais, fermés au repos.

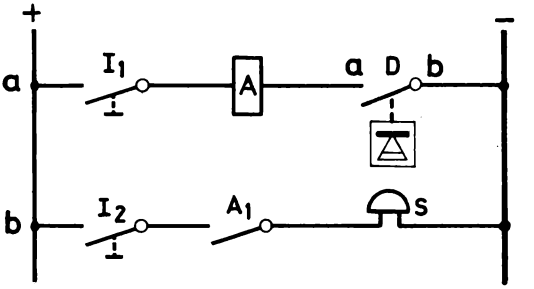


Fig. 3.

D. Détecteur électronique avec amplificateur.

La *figure* 4 représente le symbole normalisé d'un thermostat détecteur d'incendie avec dispositif d'accrochage et bouton-poussoir de réarmement, établissant un circuit électrique quand la température ou son taux de variation franchissent des valeurs de fonctionnement (90 °C et 5 °C/min) en croissant.

3.12.5. -CIRCUIT D'ALARME FONCTIONNANT PAR DÉSÉQUILIBRE D'UN PONT DE WHEATSTONE DANS LES BRANCHES DUQUEL SONT INSÉRÉS DES CONTACTS A OUVERTURE : *fig. 5* (schéma développé).

A l'équilibre du pont, c'est-à-dire lorsque la branche contenant les contacts de sécurité n'est pas ouverte, aucun courant ne circule dans la bobine du relais polarisé A ($i = 0$).

Lorsqu'un contact de sécurité s'ouvre, le pont est déséquilibré et il circule un courant dans la bobine.

Celle-ci agit sur le contact A_1 qui ferme le circuit d'alarme. La sonnerie retentit.

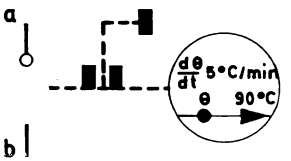


Fig. 4. — Thermostat détecteur d'incendie.
a et *b* à insérer dans le circuit de commande (*fig.* 3).

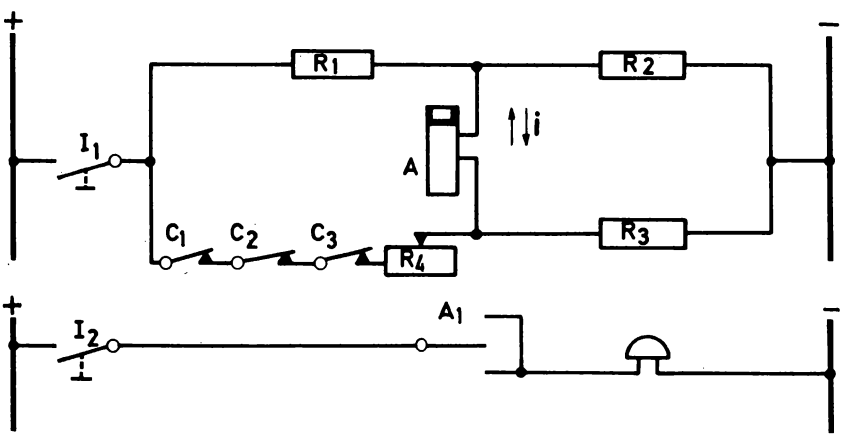


Fig. 5. — A l'équilibre du pont : $r_1\ r_3 = r_2 r_4$ et $i = 0$.

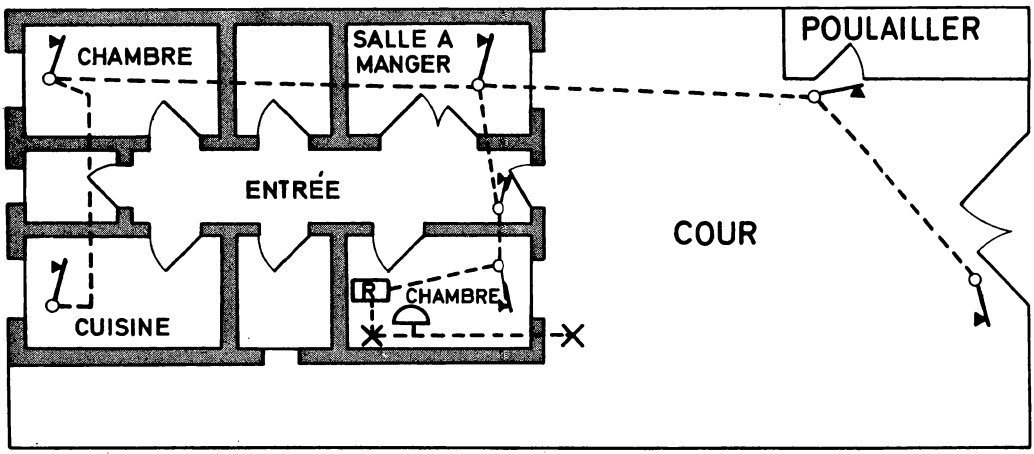
3.12.6. - EXEMPLES

1er **Exemple.** — *Installation d'un circuit d'alarme dans un pavillon et ses dépendances. Les contacts de sécurité sont à fonctionnement par rupture. En cas de tentative d'irruption ou d'infraction dans l'une des pièces protégées, la sonnerie retentira, une lampe d'éclairage d'alerte s'éclairera de même qu'un projecteur dirigé vers le poulailler.*

Si l'une des issues est refermée, le dispositif d'alarme n'agit plus. L'alimentation est assurée par une batterie d'accumulateurs de 12 V.

- Schéma développé : *fig.* 2 (page 128), en ajoutant deux lampes branchées en dérivation aux bornes de la sonnerie.
- Schéma architectural : *fig.* 6.

Fig. 6.



• Schéma multifilaire : *fig.* 7.

Remarque. Si l'on désire conserver l'alarme (sonnerie et lampes) lorsqu'on referme l'issue qui l'a déclenchée il faut modifier le relais en ajoutant un contact ouvert au repos (*fig.* 8).

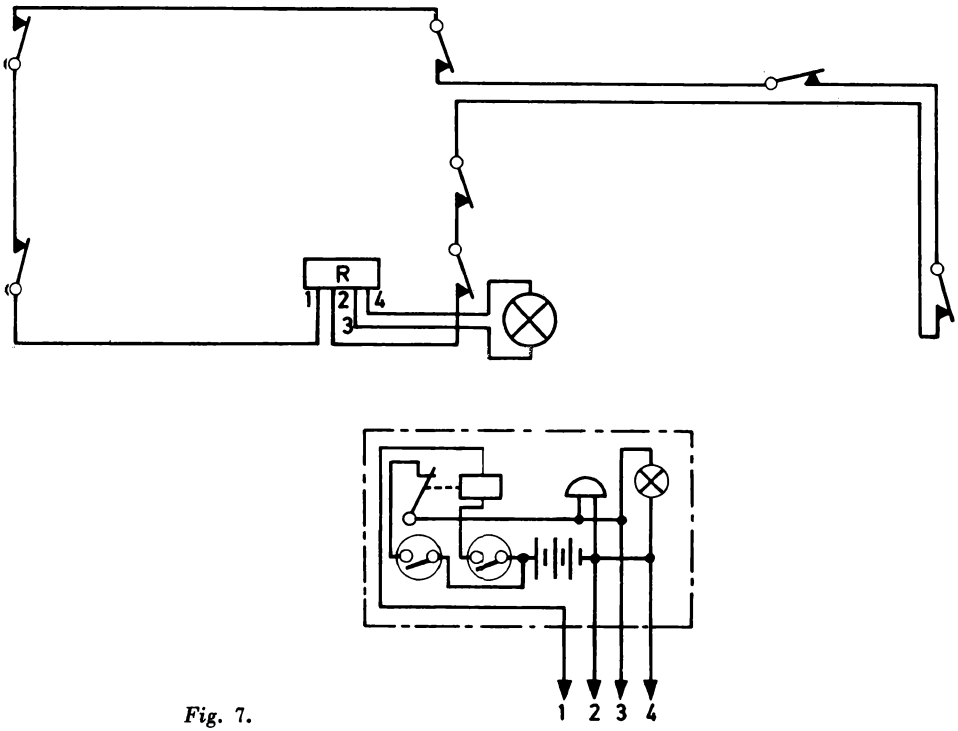


Fig. 7.

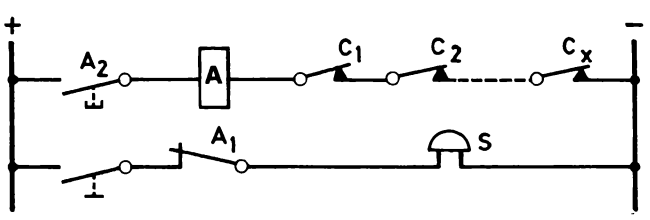


Fig. 8. — Pour armer l'appareil il faut appuyer manuellement sur A_2 et fermer l'interrupteur I. A_1 s'ouvre et A_2 est attiré par A (auto-alimentation).

Si l'un des contacts de sécurité s'ouvre, A n'est plus alimentée ; A_1 se ferme et S retentit. A_2 s'ouvre, verrouillant ainsi le circuit d'alarme; si le contact de sécurité est refermé (issue volontairement refermée) A_1 reste fermé et S continue à retentir.

2e **Exemple.** — *Circuit d'alarme comprenant un tableau annonciateur à contacts auxiliaires et des contacts à fonctionnement par fermeture : fig. 9.*

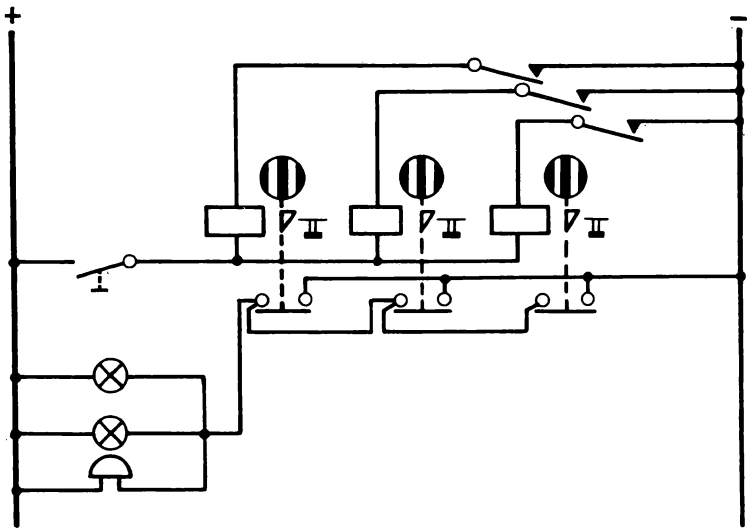


Fig. 9. — Utilisation de voyants mécaniques de signalisation à contact, à relevage manuel.

3e **Exemple.** — *Installation d'un coffret de sécurité avec une seule batterie de piles pour le circuit de sécurité et l'annonciateur : fig.* 10.

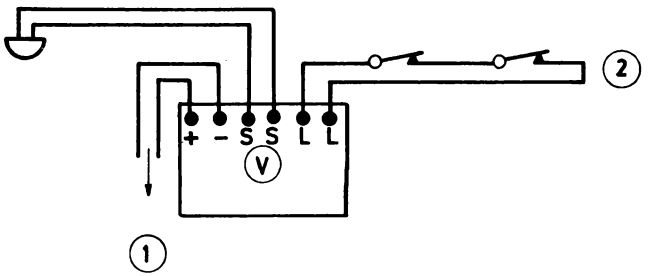


Fig. 10.

1. Batterie.
2. Contacts de sécurité.

4e **Exemple.** — *Installation d'un coffret de sécurité avec deux batteries de piles et un relais permettant l'alimentation d'avertisseurs importants : fig.* 11.

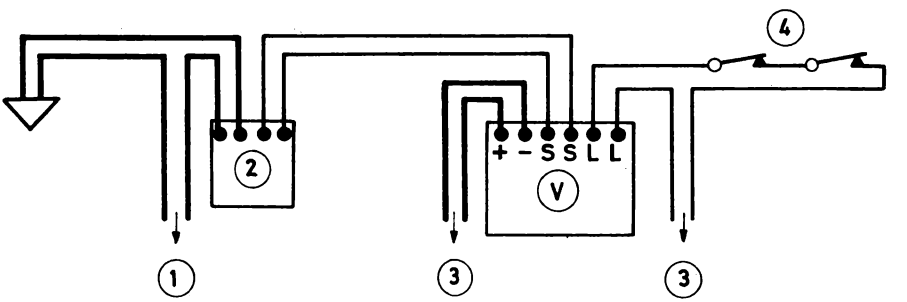


Fig. 11.

1. Alimentation du circuit d'alarme (sirène).
2. Relais.
3. Batteries d'accumulateurs.
4. Contact.

3.13. - Distribution de l'heure - Signalisation

Le bon fonctionnement d'une entreprise exige généralement une synchronisation des mouvements de personnel, de matériel, etc. Celle-ci est obtenue par une installation de distribution de l'heure comprenant généralement :

- une *horloge régulatrice* ou horloge mère ;
- des *horloges réceptrices* commandées par ce régulateur ;
- des *organes de liaison électrique.*

Souvent la distribution de l'heure se complète par l'émission de signaux sonores suivant un cycle précisé à l'annonce. Ces signaux sont déclenchés par un *distributeur* qui est actionné par l'horloge régulatrice ; il permet d'établir plusieurs programmes de signaux en fonction des besoins de l'utilisation.

3.13.1. - PRINCIPAUX SYMBOLES UTILISÉS : fig. 1.

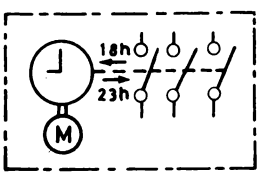
Désignation	Symbole	Exemples d'application	Symbole
Horloge, symbole général.		Horloge synchrone pour 50 Hz.	
Horloge mère.		Horloge à dispositif de remontage par moteur électrique.	
Les horloges secondaires dépendant d'une horloge mère sont représentées par le symbole général.		Interrupteur tripolaire fermé de 18 heures à 23 heures, avec horloge de commande à dispositif de remontage par moteur électrique. Les contacts, au repos, se déplacent de la droite vers la gauche.	
Horloge à contact.			

Fig. 1.

3.13.2. - EXEMPLES D'APPLICATION

1er **Exemple.** — *Installation d'horloges réceptrices commandées par une horloge mère.*

- Schéma développé : *fig.* 2.
- Schéma architectural : *fig.* 3.

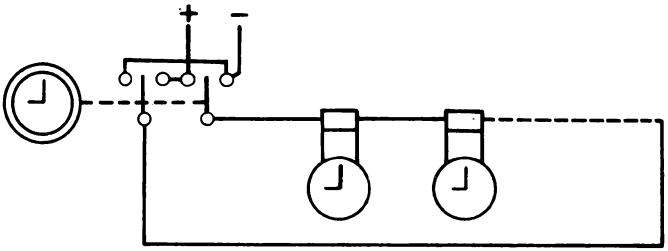


Fig. 2.

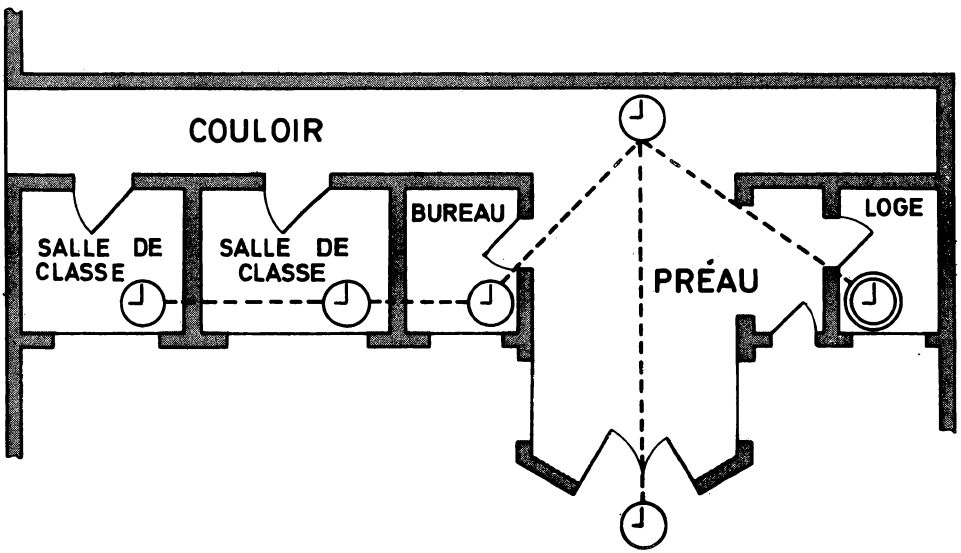


Fig. 3.

• Schéma multifilaire : *fig.* 4.

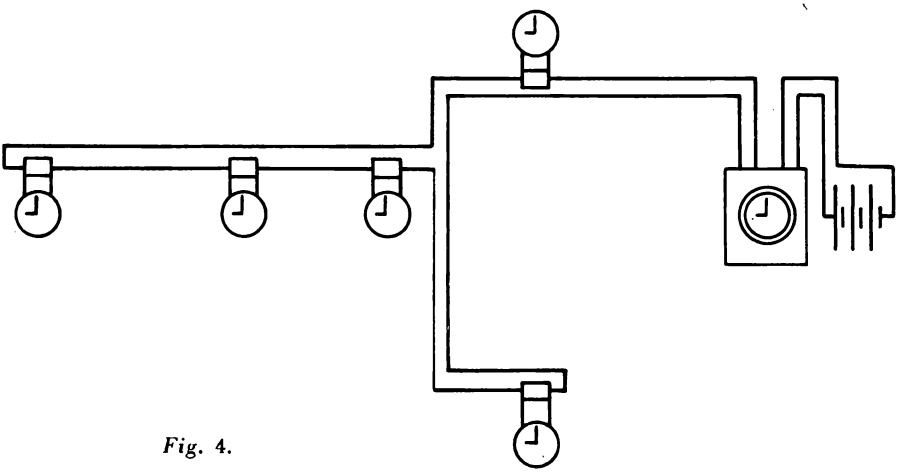


Fig. 4.

2e Exemple. — *Installation d'appareils sonores, commandés par un distributeur actionné par une horloge régulatrice, et d'horloges réceptrices.*

• Schéma développé : *fig.* 5.

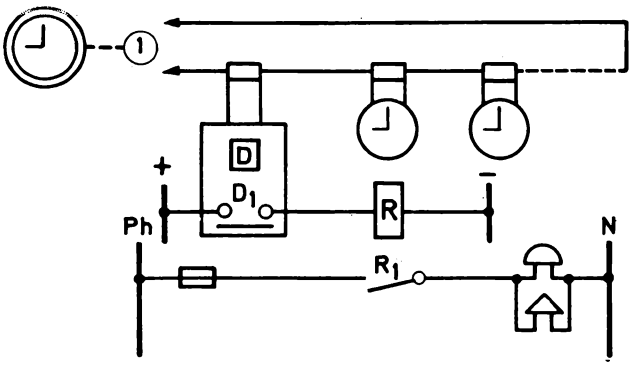


Fig. 5.

1. Vers horloge régulatrice.
D. Distributeur.
R. Relais alimenté par le distributeur.

• Schéma architectural : *fig.* 6.

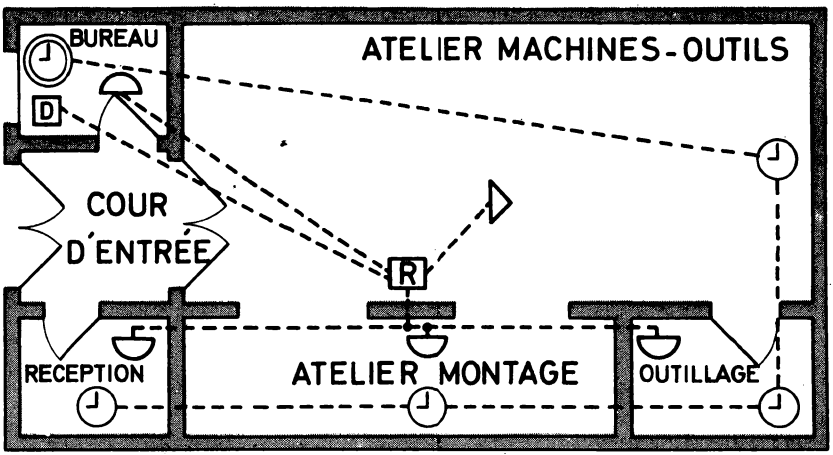


Fig. 6.

• Schéma unifilaire : *fig.* 7.

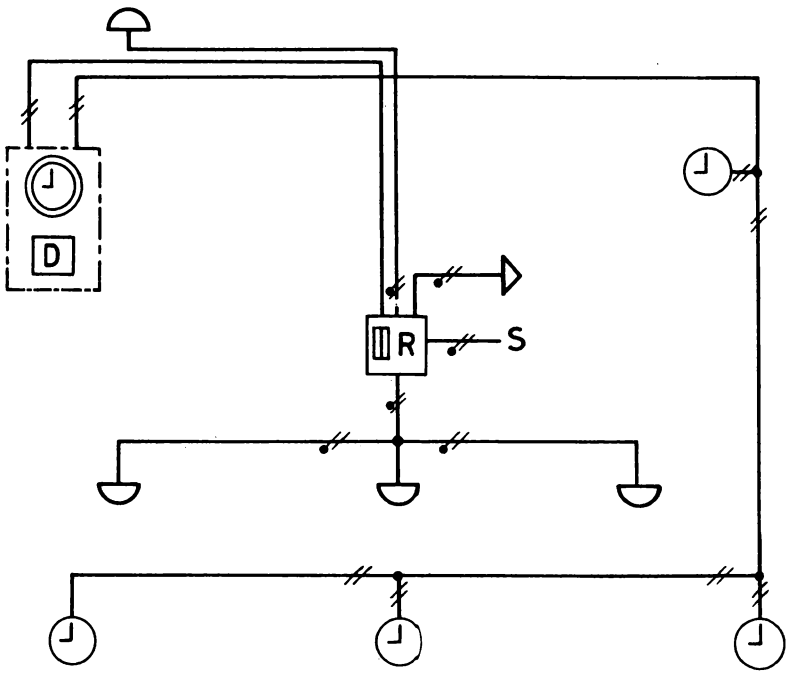
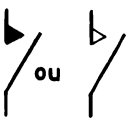


Fig. 7.

3.14. - Téléphonie

La téléphonie est l'ensemble des procédés électriques propres à transmettre les sons à distance.

3.14.1. - PRINCIPAUX SYMBOLES UTILISÉS : tableau *1.*

Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Contact de travail, symbole général (2 variantes)		**Microphone,** symbole général	
Le triangle représentant le contact peut être supprimé pour l'ensemble d'un schéma si la clarté du dessin n'en souffre pas.		Microphone électrostatique, à condensateur	
Si la clarté d'un dessin souffre de la représentation simplifiée des contacts, on peut utiliser des cercles pour les points d'articulation. *Exemple.*		**Récepteur téléphonique,** symbole général.	
		Combiné téléphonique.	
Contact de repos, symbole général (2 variantes)		**Appareil téléphonique,** symbole général.	
Deux contacts de travail fermés successivement.		Appareil téléphonique à batterie locale.	
Deux contacts de repos ouverts successivement.		Appareil téléphonique à batterie centrale.	
Contact repos-travail.		Appareil téléphonique à cadran.	

3.14.2. - DIFFÉRENTS TYPES D'INSTALLATIONS

Selon la distance qui sépare les postes téléphoniques, on utilise les installations :

— à circuit primaire (faibles distances inférieures à 500 m) ;

— à circuit secondaire (grandes distances supérieures à 500 m).

Selon les liaisons entre postes on distingue :

— la communication directe entre deux postes avec batterie d'alimentation locale ou centrale ;

— la communication indirecte entre postes par l'intermédiaire d'un poste central (standard).

3.14.3. - INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES A CIRCUIT PRIMAIRE (pour faibles distances).

3.14.3.1. - Communication directe entre deux postes avec une batterie centrale.

◆ **Fonction à remplir** : demande de conversation (appel sonore) et transmission de la parole (conversation) de deux endroits.

◆ **Analyse de la fonction :**

- *circuit d'appel* constitué par un schéma sonnerie « demande-réponse » ;
- *circuit de conversation* établi qu'au moment de l'action sur les postes.

Un verrouillage électrique devra interdire l'appel pendant la conversation et réciproquement.

• **Représentation semi-développée : *fig.* 2.**

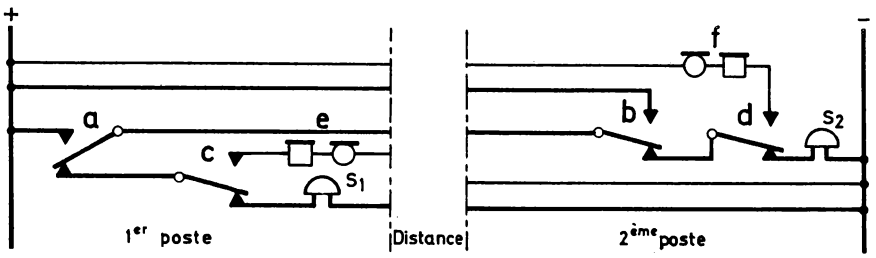


Fig. 2.

Circuit d'appel : traits forts.
Circuit de conversation : traits fins.

a et *b* : clés d'appel (poussoirs) à commande manuelle revenant dans la position de la *figure* lorsqu'on a cessé d'agir dessus.

c et *d* : clés de conversation changeant de position lorsqu'on décroche le combiné (*e* ou *f*).

Si le 1er poste veut appeler le 2e, il appuie sur la clé *a* : la sonnerie S_2 est alimentée. La clé *a* reprend sa position initiale lorsque l'action a cessé.

Le 2e poste décroche le combiné, ainsi que le 1er poste.

Les clés *c* et *d* changent de position (traits fins) : les deux combinés sont branchés en série entre les deux polarités de la source de courant. La conversation peut s'engager. Lorsque celle-ci est terminée les clés *c* et *d* reprennent leur position initiale (traits forts). L'installation est de nouveau en état de fonctionner.

• **Représentation multifilaire** : *fig.* 3.

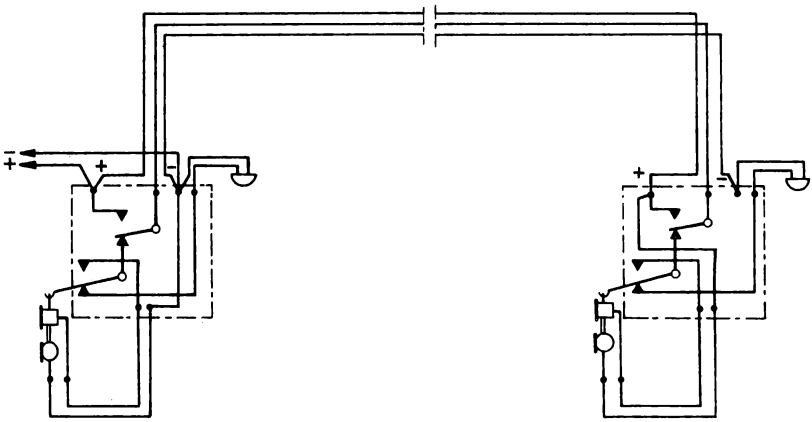


Fig. 3.

• **Représentation unifilaire** : *fig.* 4.

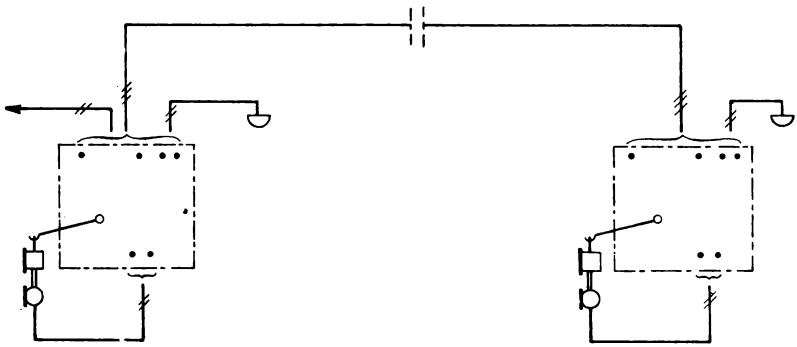


Fig. 4.

3.14.3.2. - Communication directe entre deux postes à batterie locale.

◆ **Fonction à remplir :** demande de conversation et transmission de la parole de deux endroits.

◆ **Analyse de la fonction :**

- *circuit d'appel* constitué par un schéma sonnerie « demande-réponse » ;
- *circuit de conversation* (voir 3.10.3.1).

• **Représentation semi-développée** : *fig.* 5.

• **Représentation multifilaire** : *fig.* 6.

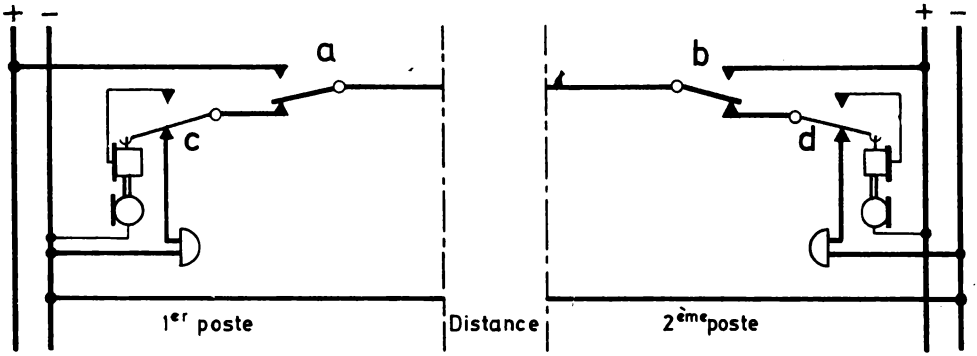


Fig. 5.
Circuit d'appel par clés *a* ou *b* : traits forts.
Circuit de conversation, après décrochage des combinés : traits fins.

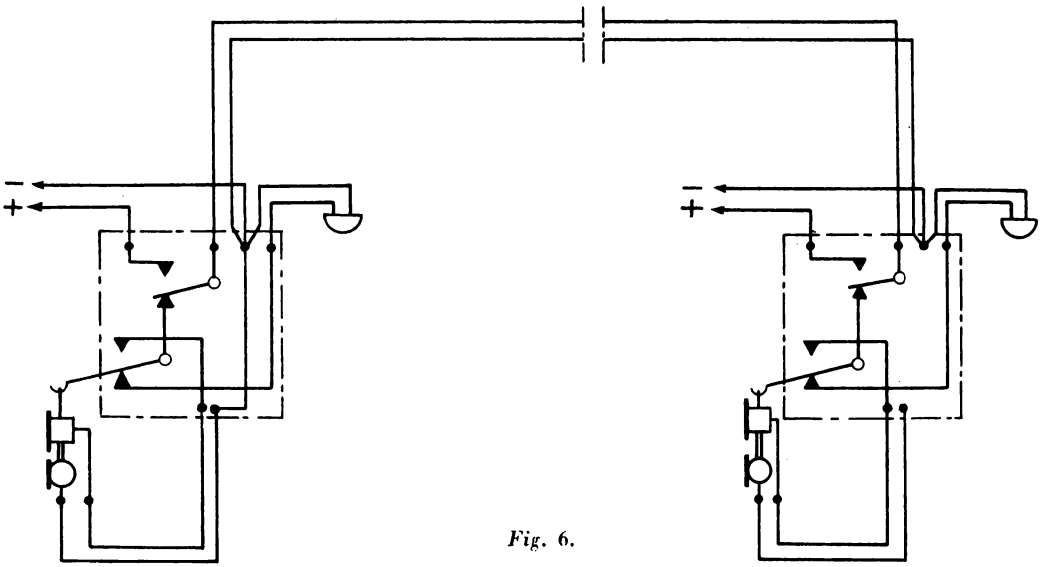


Fig. 6.

3.14.3.3. - Communication entre plusieurs postes semblables.

◆ Fonction à remplir : tous les postes peuvent appeler et converser entre eux mais une seule conversation à la fois. Montage dit « omnibus ».

• Représentation semi-développée : *fig.* 7.

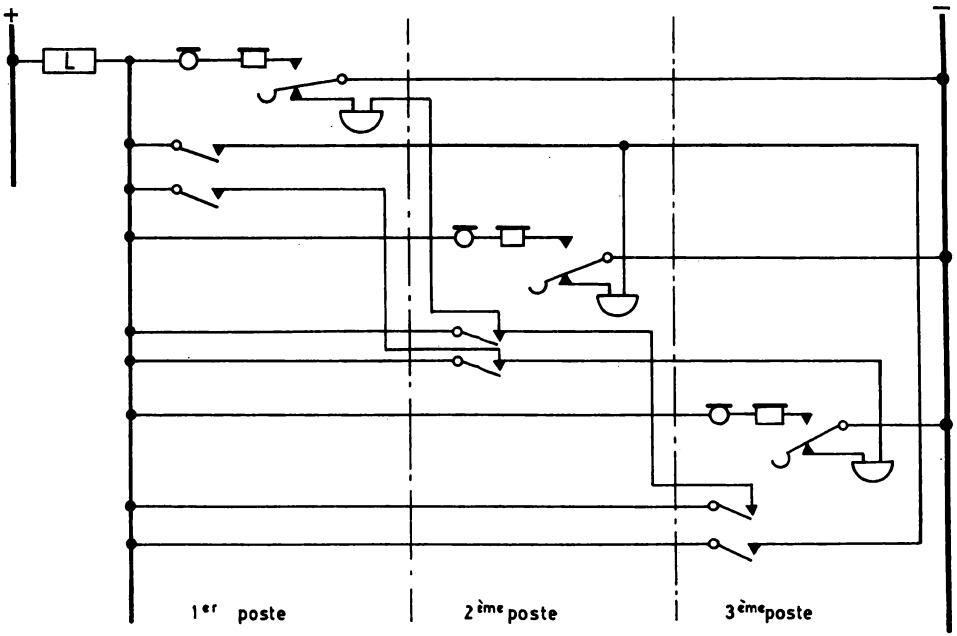


Fig. 7. — *Exemple* : communication entre trois postes.

Le poste 1 peut appeler le poste 2 ou le poste 3.
Le poste 2 peut appeler le poste 1 ou le poste 3.
Le poste 3 peut appeler le poste 1 ou le poste 2.
Les combinés sont montés en dérivation dans les postes en communication.
L'inductance L montée en série a pour rôle d'augmenter l'impédance du circuit.

Représentation mixte (multifilaire et unifilaire). Exemple de l'installation de 5 postes exécutée avec des appareils des Etablissements Caradeau : *fig.* 8.

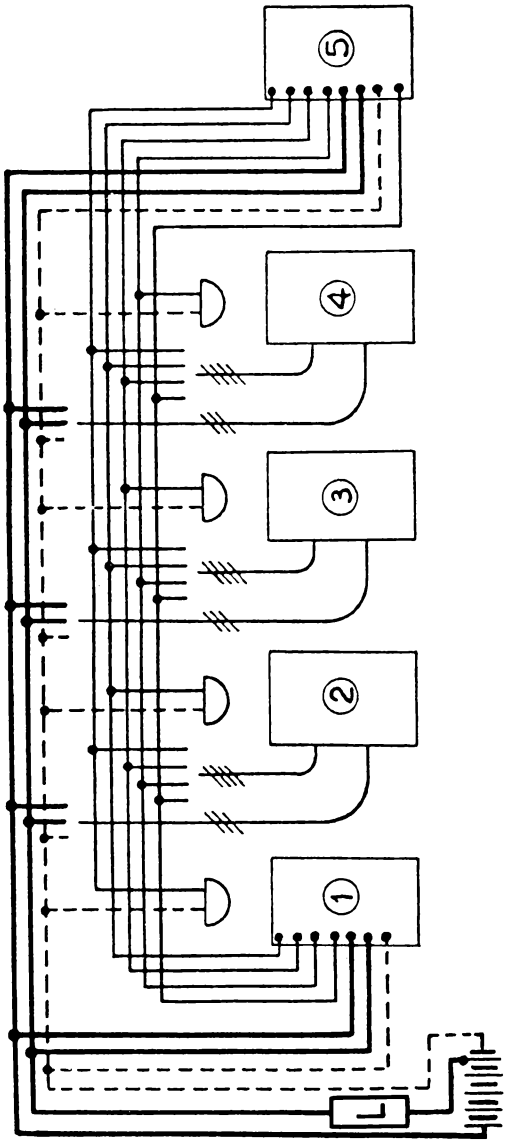


Fig. 8.

3.14.3.4. - Communication indirecte entre plusieurs postes par l'intermédiaire d'un poste central à plusieurs appels (postes auxiliaires pouvant appeler le central).

◆ **Fonction à remplir :** le poste central peut appeler les postes auxiliaires et converser avec chacun d'eux. Ceux-ci ne peuvent appeler et converser qu'avec le poste central (donc pas entre eux).

• Représentation semi-développée d'une installation comprenant un poste central et deux postes auxiliaires : *fig.* 9.

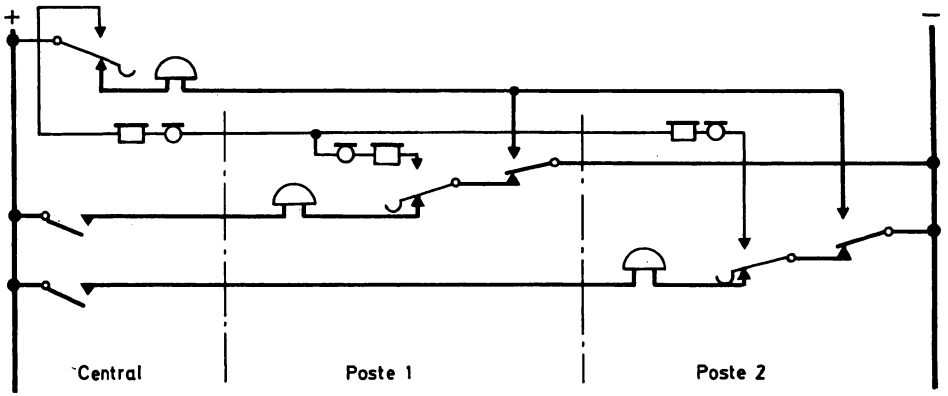


Fig. 9.
Circuit d'appel : traits forts.
Circuit de conversation : traits fins.

• Représentation multifilaire de l'installation ci-dessus : *fig.* 10.

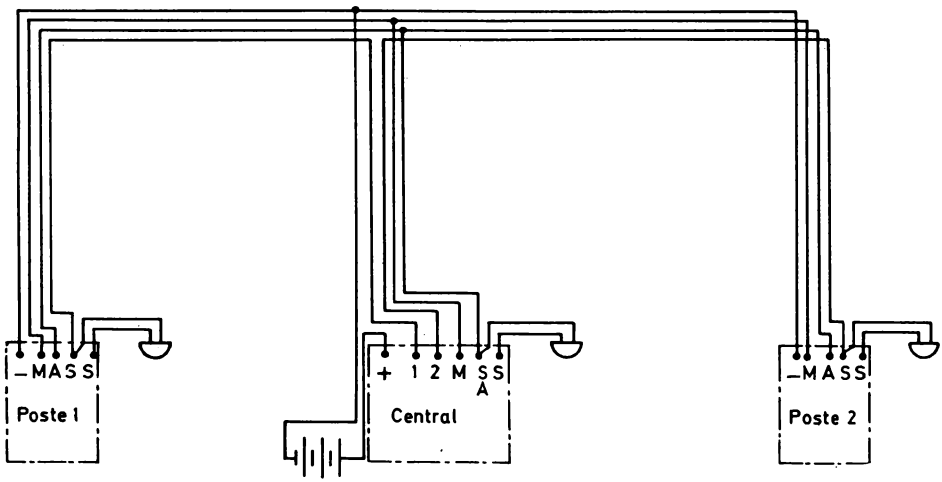


Fig. 10.

M - Liaison des combinés aux postes 1-2 et central.
A - Liaison aux clés d'appel.
S - Sonnerie.

3.14.4. - INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES A CIRCUIT SECONDAIRE (pour grandes distances).

Pour les grandes distances la résistance de la ligne devient importante par rapport à celle du combiné et la variation du courant due à la variation de résistance de celui-ci est très faible.

On utilise des postes téléphoniques à circuit secondaire.

La *figure* 11 représente le schéma développé simplifié d'un circuit de conversation utilisant deux transformateurs.

Le circuit d'appel sera réalisé avec le montage « demande-réponse ».

Pour réaliser ce montage avec deux fils de ligne, on a vu qu'il était nécessaire d'avoir deux alimentations.

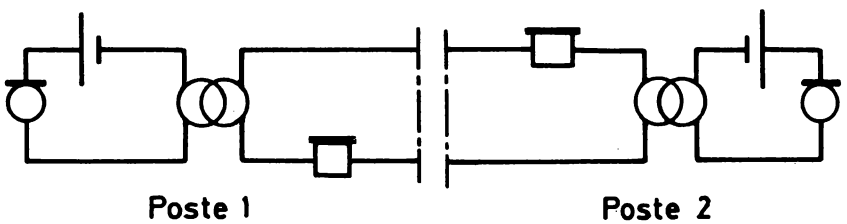


Fig. 11.

La *figure* 12 représente le schéma semi-développé d'une instalation relative à une communication entre deux postes à circuit secondaire et la *figure* 13 le schéma multifilaire correspondant.

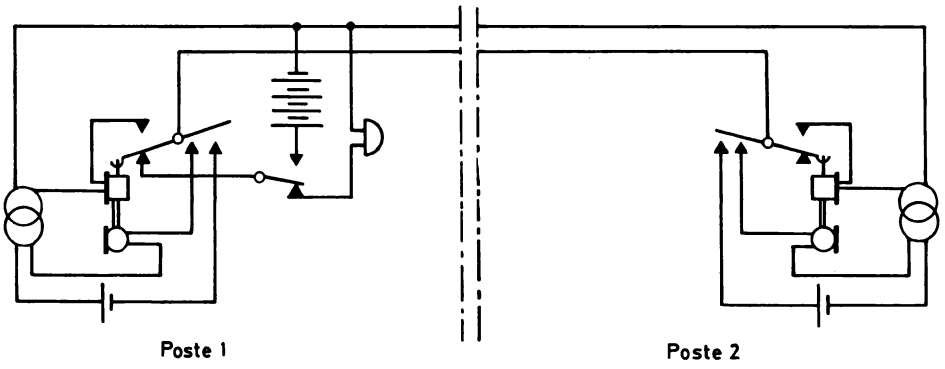


Fig. 12.

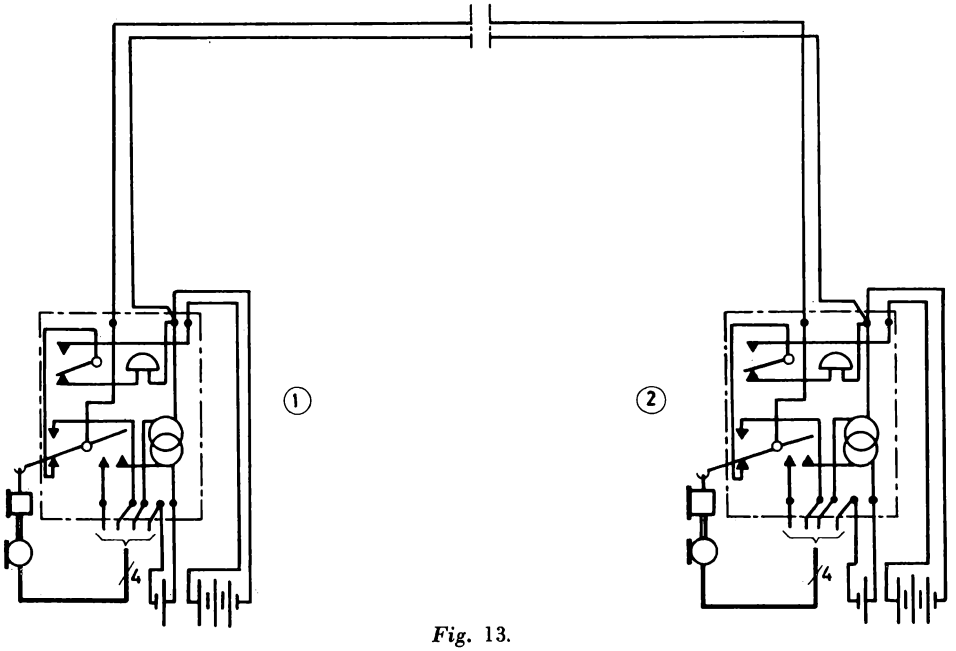


Fig. 13.

4. - Disposition des installations électriques et projet d'équipement

4.1. - Installation de branchement de première catégorie (1) comprises entre le réseau de distribution et l'origine des installations intérieures d'abonnés (2).

4.1.1. - Le branchement peut être *individuel* ou *collectif* suivant qu'il est appelé à desservir une ou plusieurs installations intérieures.

Le branchement est constitué par des canalisations qui ont pour objet d'amener le courant du réseau à l'intérieur des propriétés desservies.

Le branchement collectif peut se subdiviser en plusieurs parties :

◆ **Canalisation collective,** ou partie simple (ou complexe) de branchement desservant plusieurs dérivations individuelles ;

◆ **Dérivation individuelle,** ou canalisation issue du réseau, d'un tronc commun, d'une colonne ou d'une dérivation collective et desservant une seule installation intérieure d'abonné. Elles comportent les différents appareils de contrôle et de protection ;

◆ **Appareil de contrôle et de protection.**

4.1.2. - Les canalisations collectives peuvent se présenter sous la forme de :

◆ **tronçon commun,** ou canalisation issue du réseau et desservant ou réunissant des colonnes ou des dérivations collectives ;

◆ **colonne,** généralement verticale, alimentant des dérivations collectives ou individuelles. L'origine de la colonne (ou pied de colonne) est généralement matérialisée par un coffret coupe-circuit à fusibles ;

◆ **dérivation collective,** généralement horizontale, issue d'un tronçon commun ou d'une colonne, alimentant plusieurs dérivations individuelles.

---

(1) Ouvrages pour lesquels la plus grande tension existant en régime normal entre deux conducteurs quelconques ne dépasse pas 430 V en courant alternatif ou 600 V en courant continu.

(2) Par installation intérieure. on entend l'ensemble des canalisations et appareils placés chez l'abonné faisant l'objet d'un seul contrat d'abonnement.

4.1.3. - Les appareils de branchement, ou dispositifs d'interruption, de répartition, de protection et de contrôle utilisés en diverses parties du branchement, comprennent :

◆ le **coupe-circuit principal collectif,** ou appareil de protection placé sur la canalisation collective ;

◆ le **distributeur,** ou appareil de dérivation (ou de jonction) permettant de relier entre elles différentes parties de canalisations d'immeuble. Il peut comporter ou non des coupe-circuit à fusibles ;

◆ le **coupe-circuit principal individuel,** ou appareil de protection placé sur une dérivation individuelle ;

◆ les **appareils de contrôle et de protection,** ou appareils comprenant, outre le coupe-circuit principal individuel :

— les appareils de comptage ;

— le disjoncteur ;

◆ le **bloc de contrôle et de répartition,** ou ensemble comprenant des appareils de tableau de contrôle, ainsi que des appareils de répartition, de protection et de commande des circuits de l'installation intérieure, tous ces appareils étant groupés généralement pour former un seul tableau.

4.1.4. - EXEMPLES DE SCHÉMAS D'INSTALLATIONS RELATIFS :

— aux branchements individuels : *tableau* 1 (page 150).

— aux branchements collectifs : *tableau* 2 (pages 151 à 153).

TABLEAU 1

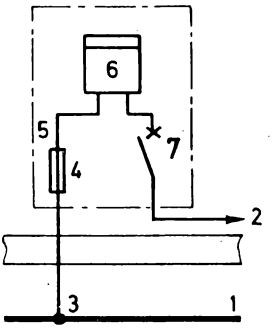
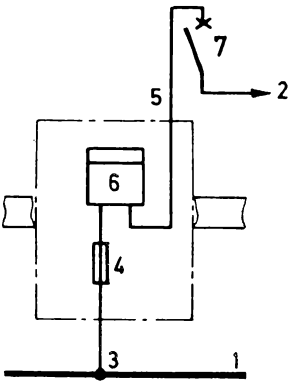
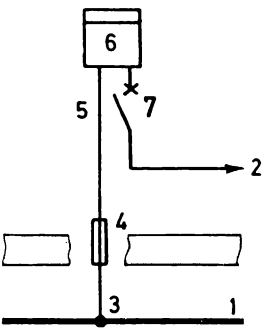
NATURE DU RÉSEAU	NATURE DU MONTAGE	SCHÉMAS	LÉGENDE
Réseau aérien.	Avec coupe-circuit principal individuel sur tableau de contrôle.		1. Réseau. 2. Vers abonné. 3. Origine du branchement. 4. Coupe-circuit principal individuel. 5. Dérivation individuelle. 6. Compteur et accessoires. 7. Disjoncteur ou appareil général de commande et de protection.
	Avec compteur sur la façade de l'immeuble.		
Réseau souterrain.	Avec coupe-circuit principal individuel sur la façade de l'immeuble.		

TABLEAU 2

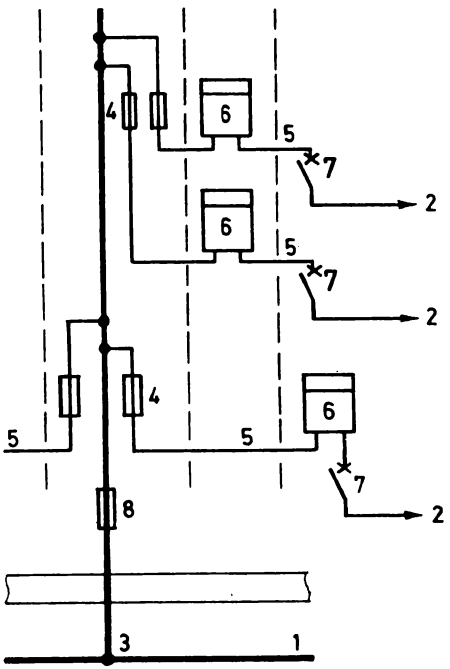
NATURE DU MONTAGE	SCHÉMAS	LÉGENDE
Avec coupe-circuit principal collectif dans l'immeuble et gaine de colonne avec ou sans logement pour compteur.		De 1 à 7 : voir tableau 1. 8. Coupe-circuit principal collectif. 9. Distributeur sans fusible. 10. Tronçon commun. 11. Distributeur et fusibles de pied de colonne. 12. Colonne.

TABLEAU 2 *(suite)*

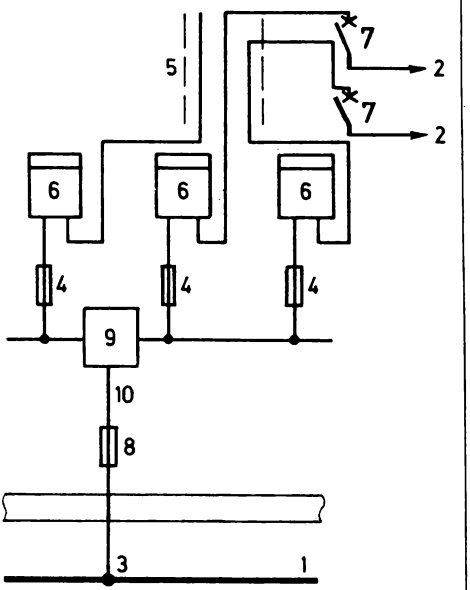
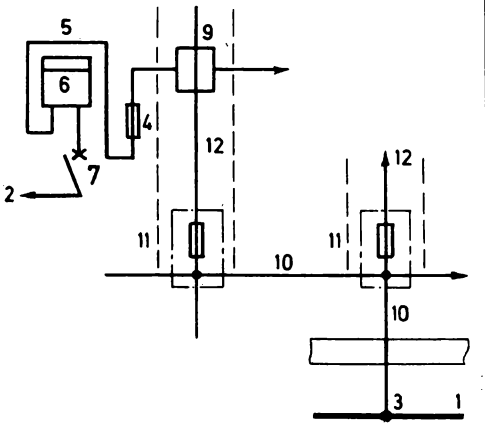
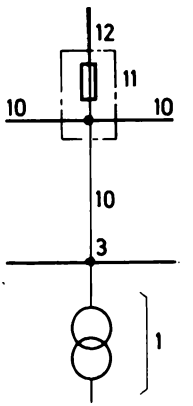
NATURE DU MONTAGE	SCHÉMAS	LÉGENDE
Avec comptage centralisé.		

TABLEAU 2 *(suite et fin)*

NATURE DU MONTAGE	SCHÉMAS	LÉGENDE
Avec plusieurs colonnes.		
A partir d'un transformateur d'immeuble.		

4.2. - Tableaux de distribution " éclairage "

4.2.1. - RÉPARTITION DES CIRCUITS

• Représentation multifilaire : *fig.* 3.

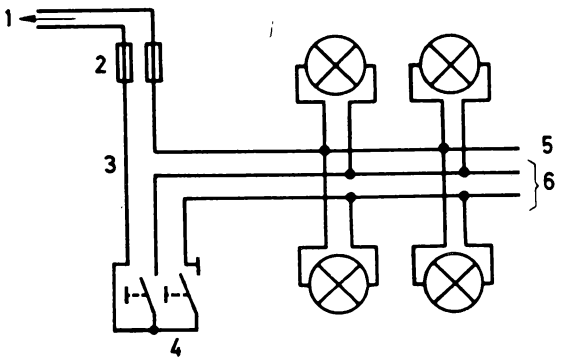


Fig. 3.

1. Vers tableau de contrôle.
2. Appareil de protection (coupe-circuits à fusibles calibrés ou disjoncteur).
3. Retour d'allumage.
4. Appareils de commande (interrupteur ou commutateur).
5. Commun.
6. Retours de lampes.

• Représentation unifilaire : *fig.* 4.

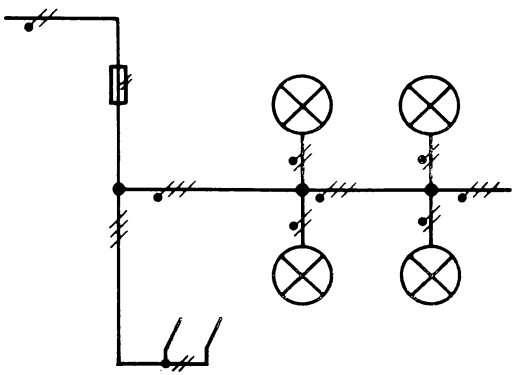


Fig. 4.

4.2.2. - DISPOSITIONS DES CIRCUITS PAR CENTRE DE RÉPARTITION

1er Exemple. *Fig.* 5. — *Installation de l'éclairage électrique d'un magasin avec fractionnement de celui-ci. Appareils de protection et de commande groupés sur un petit tableau de distribution.*

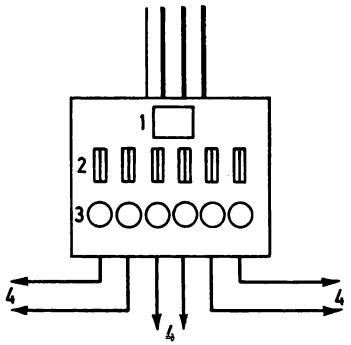


Fig. 5. — Tableau comprenant :

1. Grille de distribution.
2. Coupe-circuit.
3. Appareils de commande (interrupteurs).
4. Départs (Alimentation directe des lampes d'éclairage).
5. Ligne triphasée 4 fils venant du tableau de contrôle.

2e Exemple. *Fig.* 6. — *Installation de l'éclairage électrique d'un grand local.*

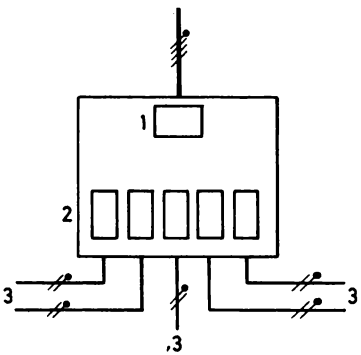


Fig. 6.

1. Grille de distribution.
2. Appareils de commande et de protection combinés.
3. Départs vers circuits comprenant les lampes d'éclairage ou vers tableaux secondaires équipés, par exemple, comme celui de la *figure* 5.
4. Ligne triphasée 4 fils venant du tableau de contrôle.

Nota. — Les interrupteurs combinés avec les coupe-circuit peuvent être remplacés par des dijoncteurs ou des décontacteurs.

4.2.3. - INSTALLATION DE L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE d'ateliers situés aux rez-de-chaussée, premier et deuxième étages d'un bâtiment.

Alimentation de centres de distribution par étage : *fig.* 7.

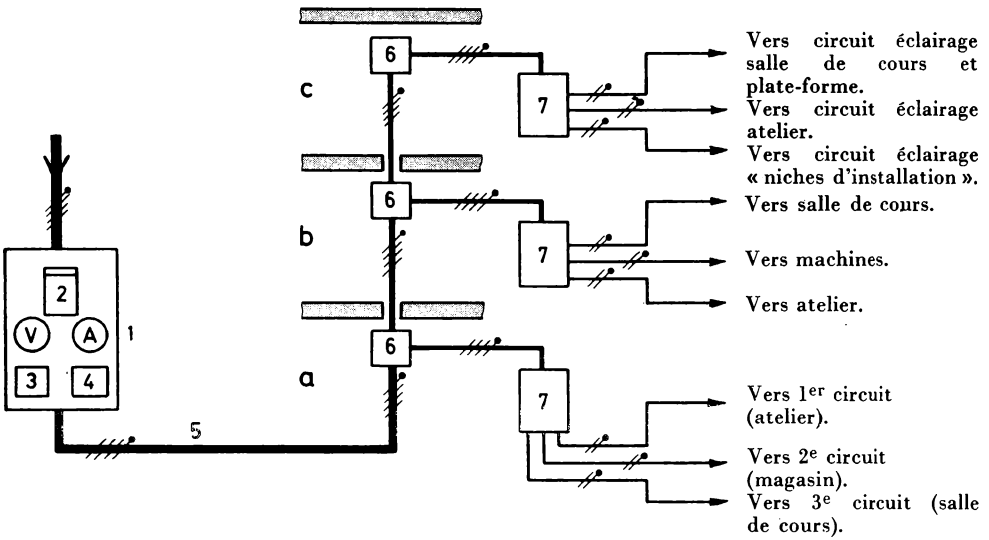


Fig. 7.

1. Tableau de contrôle général lumière.
2. Compteur triphasé.
3. Interrupteur général tétrapolaire.
4. Coupe-circuit général tétrapolaire.

V-A. Voltmètre et ampèremètre indicateurs.

5. Colonne montante.
6. Grilles distributrices.
7. Tableaux de répartition avec appareils de commande et de sécurité.
8. Ligne basse tension triphasée 4 fils venant de la cabine de transformation.

a. Rez-de-chaussée (atelier de mécanique).
b. 1er étage (atelier de menuiserie).
c. 2e étage (atelier d'électricité).

4.3. - Installation de l'éclairage électrique d'un logement

4.3.1. - PLAN ARCHITECTURAL : *fig. 8.*

L'installation comporte :

◆ **Entrée :**

— une lampe centrale commandée de la porte d'entrée par un interrupteur unipolaire,

— un tableau compteur situé derrière la porte,

— trois coupe-circuit protégeant les différents circuits rassemblés sur ce tableau.

◆ **W.-C. :**

— une lampe centrale simple allumage.

◆ **Cuisine :**

— une lampe centrale simple allumage et une prise de courant murale (bipolaire).

◆ **Chambre :**

— une lampe centrale commandée de la porte d'entrée et de la tête du lit.

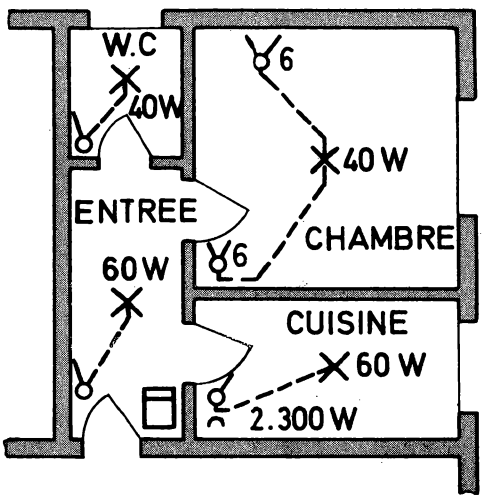


Fig. 8.

4.3.2. - DISTRIBUTION DES CIRCUITS (représentation unifilaire) : *fig. 9.*

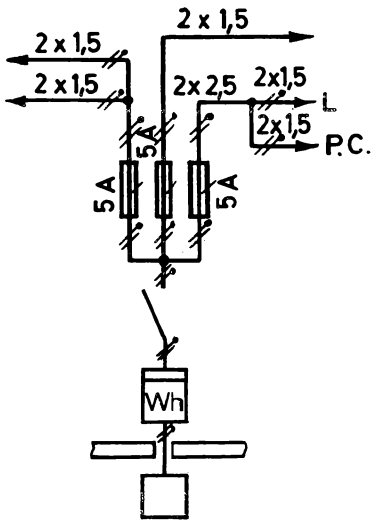


Fig. 9.

4.3.3. - SCHÉMA UNIFILAIRE DE L'INSTALLATION : *fig. 10.*

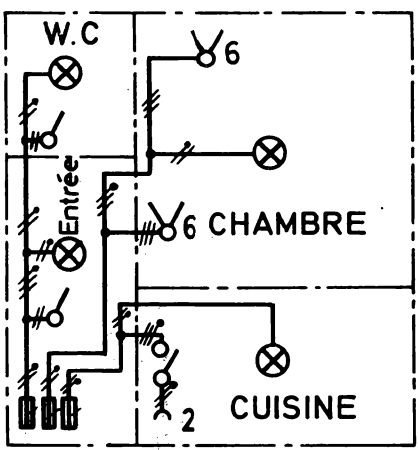


Fig. 10.

4.4. - Installation de l'éclairage électrique d'une boutique avec arrière-boutique

4.4.1. - PLAN ARCHITECTURAL : *fig. 11 (page 160).*

◆ **Cuisine :**

L'installation comporte :

— une lampe centrale commandée par un interrupteur unipolaire de la porte ;

— une prise de courant murale bipolaire ;

— une prise de courant bipolaire avec terre pour cuisinière électrique ;

— un tableau de contrôle (compteur et combiné général), un départ vers installation cuisine et salon, un départ vers tableau répartition boutique.

◆ **Salon :**

— une lampe centrale commutée des portes cuisine et salon ;

— une rampe lumineuse commandée par interrupteur unipolaire de la porte.

◆ **Boutique :**

— un tableau de répartition groupant les appareils de commande et de protection des circuits boutiques ;

— trois lampes centrales commandées ensemble du tableau de répartition et de la porte salon ;

— un éclairage vitrines par lampes fluorescentes commandées du tableau ;

— une enseigne lumineuse commandée du tableau ;

— quatre prises de courant murales bipolaires.

◆ **Réduit :**

— une lampe commandée par un interrupteur unipolaire à lampe témoin.

4.4.2. - DISTRIBUTION DES CIRCUITS (représentation unifilaire) : *fig. 12 (page 160).*

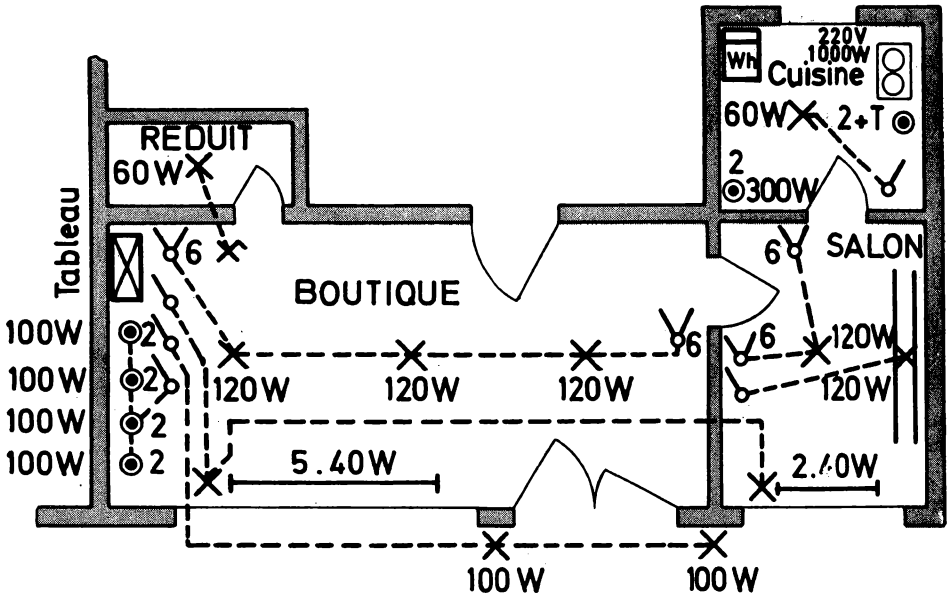

Wh
220V
1000W
Cuisine
60W
2+T
2
300W
REDUIT
60W
6
Tableau
BOUTIQUE
6
SALON
100W
100W
100W
100W
2
2
2
2
120W
120W
120W
6
6
120W
120W
5.40W
2.40W
100W
100W

Fig. 11.

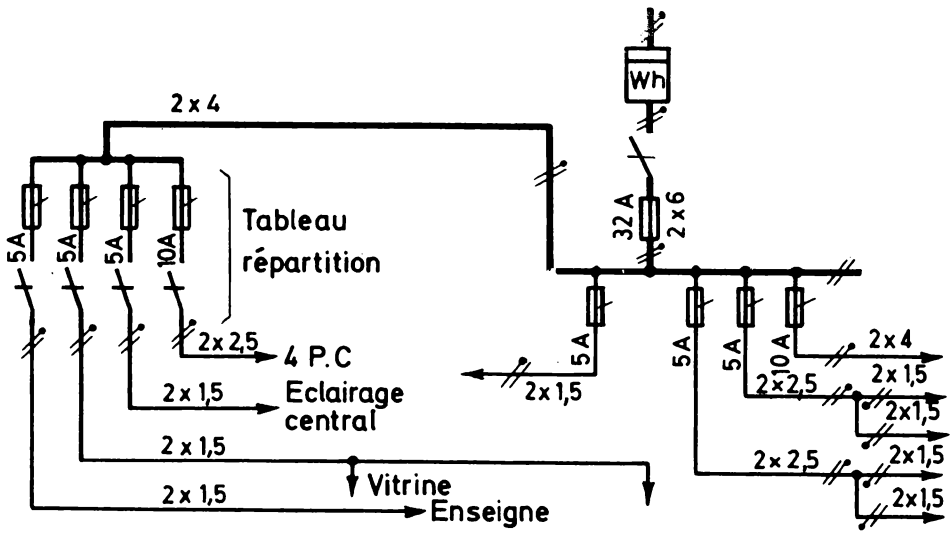

Wh
2 x 4
32A
2x6
Tableau
répartition
5A
5A
5A
10A
2x2,5
4 P.C
2 x 1,5
Eclairage
central
2 x 1,5
Vitrine
2 x 1,5
Enseigne
5A
2x1,5
5A
5A
10A
2x4
2x1,5
2x2,5
2x1,5
2x2,5
2x1,5
2x1,5

Fig. 12.

4.5. - Installation de l'éclairage électrique d'un petit pavillon

4.5.1. - PLAN ARCHITECTURAL : *fig. 13, 14, 15 (page 162).*

L'installation comporte :

◆ **Sous-sol :**

— *Garage :* une lampe centrale commandée de trois endroits, une prise de courant murale bipolaire avec terre (rechargeur).

— *Buanderie :* une lampe centrale simple allumage, une prise de courant murale tripolaire avec terre (machine à laver).

— *Soute :* une lampe simple allumage.

— *Escalier :* deux lampes commandées ensemble du sous-sol et du rez-de-chaussée.

◆ **Rez-de-chaussée :**

— *Salle à manger :* un lustre central deux allumages, une prise de courant murale bipolaire (lampadaire) commandée de la porte.

— *Salon :* deux lampes en applique commandées séparément.

— *Cuisine :* une lampe centrale simple allumage, une prise de courant tripolaire avec terre (cuisinière).

— *W.-C. :* lampe simple allumage.

— *Vestibule :* une lampe centrale commandée de deux endroits.

◆ **Premier étage :**

— *Bureau :* une lampe centrale simple allumage, une prise de courant bipolaire de parquet.

— *Chambre :* une lampe centrale commandée de la porte et de la tête du lit ; une prise de courant bipolaire murale.

— *Salle de bain :* une lampe centrale simple allumage, une lampe applique, une prise de courant bipolaire avec terre (chauffe-eau).

— *Penderie :* une lampe applique simple allumage.

— *Palier :* une lampe centrale simple allumage.

— *Escalier :* deux lampes commandées ensemble du rez-de-chaussée et du premier étage.

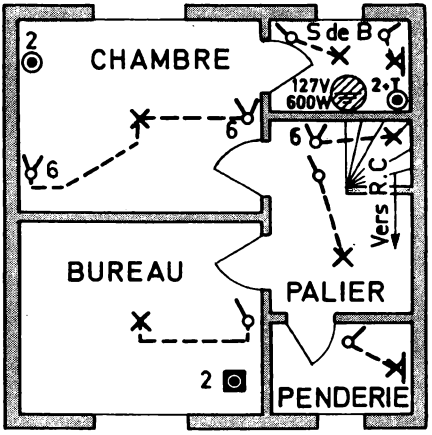


Fig. 13.

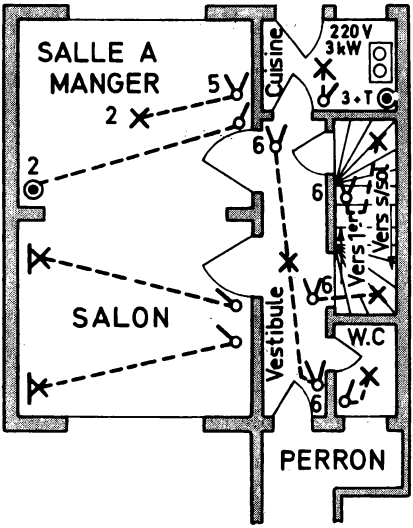


Fig. 14.

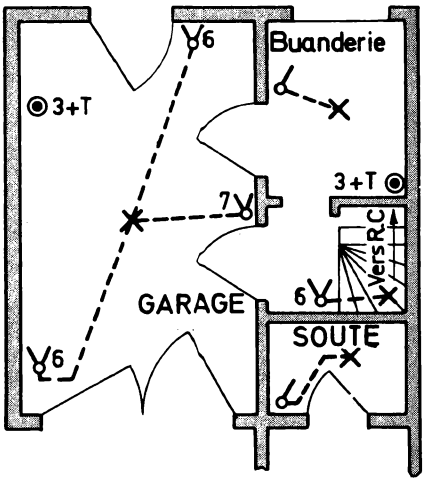


Fig. 15.

4.5.2. - DISTRIBUTION DES CIRCUITS (représentation unifilaire) : *fig. 16.*

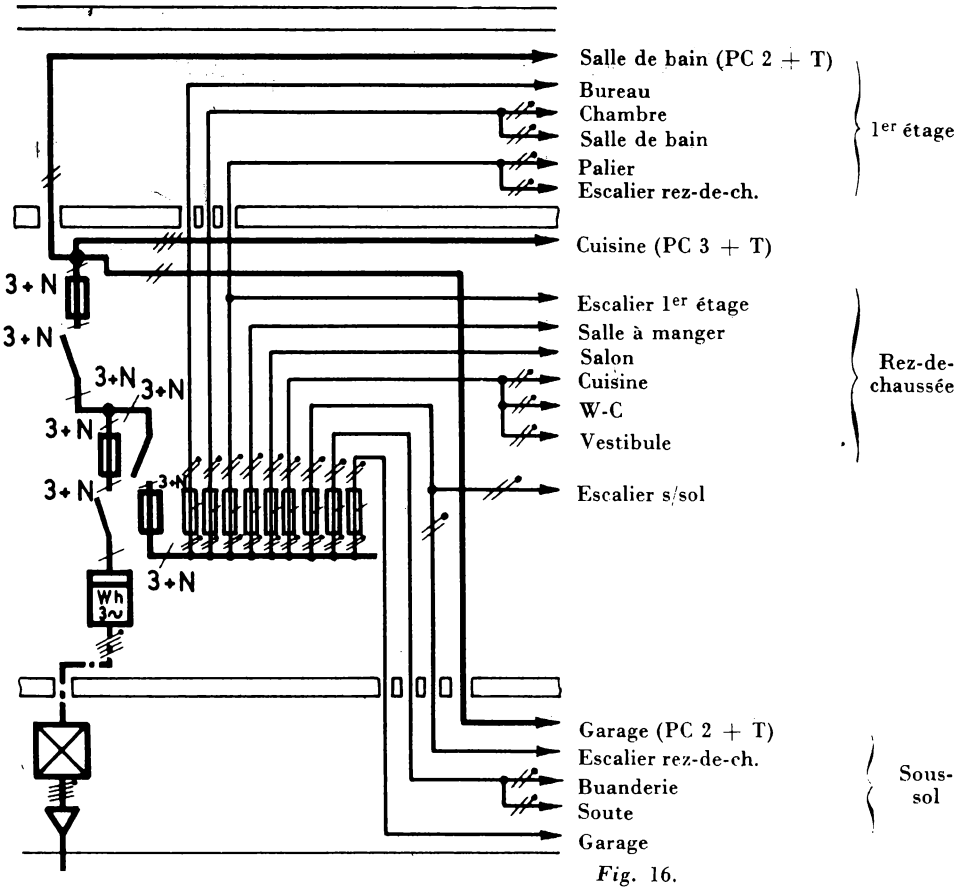


Fig. 16.

5. - Mesure et comptage

5.1. - Symboles généraux utilisés pour les appareils de mesure et de comptage

Les appareils de mesure et de comptage sont constitués par un symbole général :

— un cercle pour les appareils de mesure indicateurs (*fig.* 1) ;

— un rectangle pour les appareils de mesure enregistreurs (*fig.* 2) ;

— un rectangle surmonté d'un rectangle de faible hauteur pour les appareils intégrateurs ou compteurs (*fig.* 3).

Fig. 1.

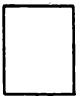


Fig. 2.

Fig. 3.

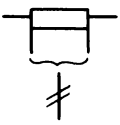
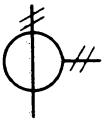
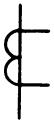
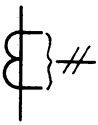
La nature de l'appareil est indiquée par l'inscription à l'intérieur du symbole général : symbole littéral de l'unité ou signe correspondant à la grandeur mesurée (*tableau* 4).

Désignation des appareils	Symbole	Désignation des appareils	Symbole
Voltmètre.	V	Ampèreheuremètre.	Ah
Ampèremètre.	A	Wattheuremètre.	Wh
Wattmètre.	W	Varheuremètre.	varh
Varmètre.	var	Phasemètre.	φ
Voltampèremètre.	VA	Synchronoscope.	Sy
Ohmmètre.	Ω	Indicateur d'ordre de phases.	
Fréquencemètre.	Hz		

Dans le cas des schémas multifilaires, le symbole d'un appareil de mesure peut être complété par l'identification des bornes avec leurs repères. Lorsqu'il est nécessaire d'identifier les différents organes internes, on peut les représenter en utilisant les symboles correspondants : enroulement, moteur, etc.

5.2. - Mesure des intensités

5.2.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Ampèremètre indicateur :**		
• Symbole général :		
— sans précision de la nature du courant;		
— à courant continu 1;		
— à courant alternatif 2.	1	2
• Applications.		
• Cas où l'on désire identifier les organes internes.		
◆ **Shunt pour instrument de mesure.**		
◆ **Transformateur de courant (T.I.) :**		
• Première variante.		
• Deuxième variante.		

5.2.2. - EXEMPLES D'APPLICATION : *fig. 2 à 8.*

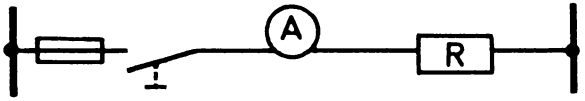


Fig. 2. — Branchement d'un ampèremètre.

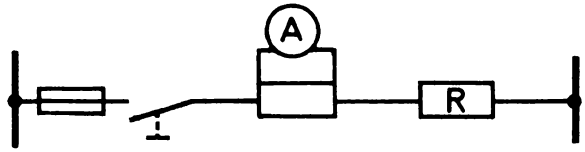


Fig. 3. — Branchement d'un ampèremètre avec shunt.

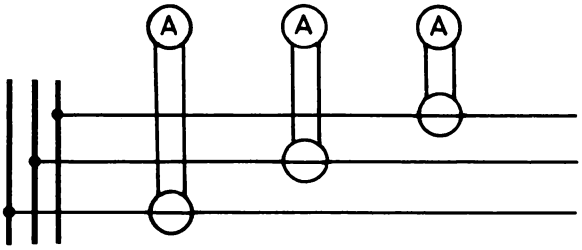


Fig. 4. — Branchement de 3 T.I. sur un circuit triphasé (représentation multifilaire).

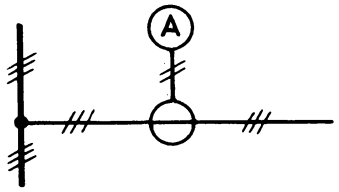


Fig. 5. — Représentation unifilaire de l'installation citée *figure* 4.

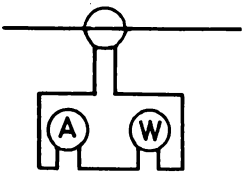
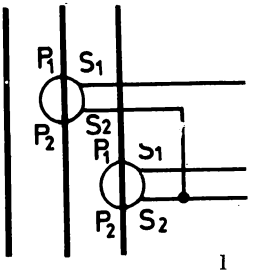
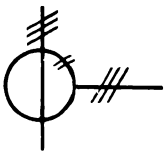


Fig. 6. — Branchement d'un T.I. alimentant en série les enroulements « intensité » des appareils de mesure.



1



2

Fig. 7. — Deux transformateurs de courant avec pont commun aux enroulements secondaires, raccordés à deux phases d'un réseau triphasé.
1. Représentation multifilaire.
2. Représentation unifilaire.

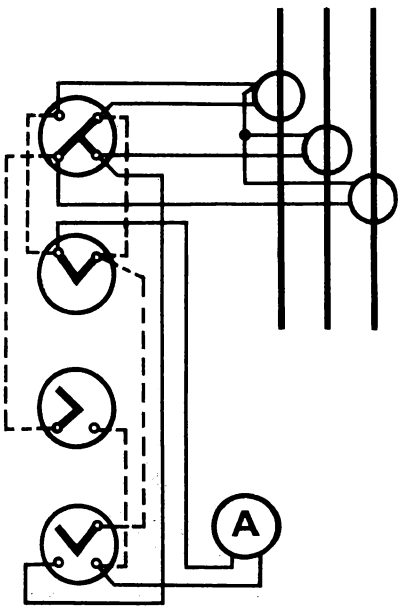
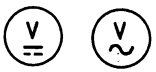
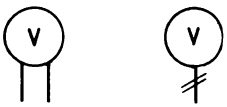
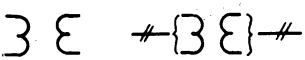
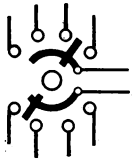


Fig. 8. — Montage d'un commutateur d'ampèremètre avec T.I. (utilisation d'un seul ampèremètre).

5.3. - Mesure des tensions

5.3.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Voltmètre indicateur :**		
• Symbole général sans précision de la nature du courant :		
— à courant continu : 1;		
— à courant alternatif : 2.		
• Applications.		
• Cas où l'on désire identifier les organes internes.		
◆ **Transformateur de tension (T.P.).**		
• Première variante.		
• Deuxième variante.		
◆ **Commutateur** à plusieurs directions avec position intermédiaire entre les directions successives.		
1er *exemple :* un pôle, trois directions.		
2e *exemple :* deux pôles, quatre directions et sept positions.		

5.3.2. - EXEMPLES D'APPLICATION : *fig. 2 à 8.*

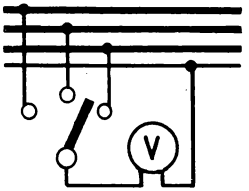


Fig. 2. — Branchement d'un voltmètre avec commutateur à un pôle.

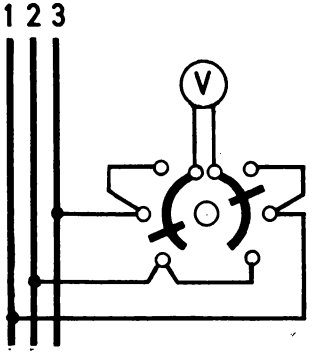


Fig. 3. — Mesure d'une tension entre phases avec un commutateur.

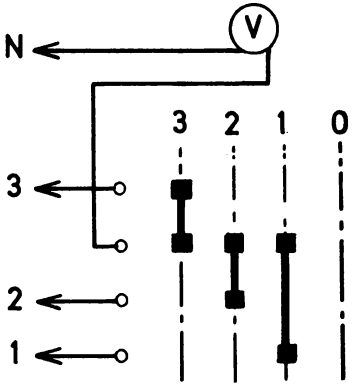


Fig. 4. — Mesure d'une tension entre phases et neutre avec un combinateur à tambour.

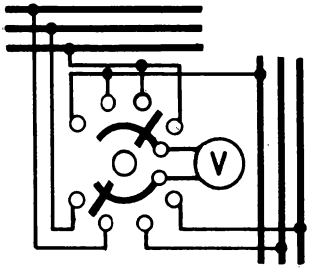


Fig. 5. — Branchement d'un voltmètre avec commutateur à deux pôles (cas de couplage).

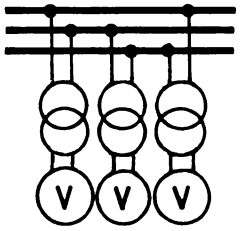


Fig. 6. — Branchement de trois T.P. sur circuit triphasé.

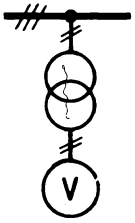


Fig. 7. — Représentation unifilaire de l'installation citée *figure* 6.

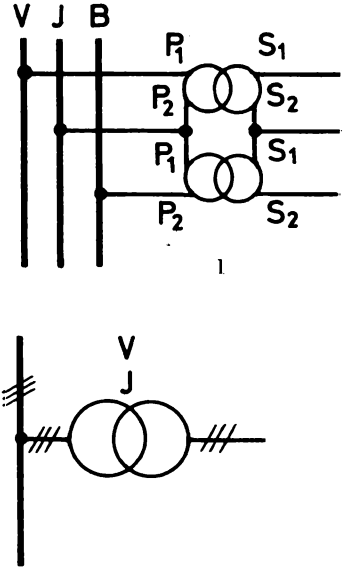
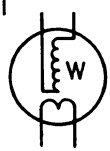
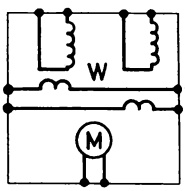


Fig. 8. — Deux transformateurs de tension dont les enroulements primaires et secondaires sont montés en V sur un réseau triphasé, la phase J étant la phase commune.
1. Représentation multifilaire.
2. Représentation unifilaire.

5.4. - Mesure des puissances

5.4.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

TABLEAU 1

DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Wattmètre indicateur :**		
• Symbole général :		
— sans précision de la nature du courant;		
— à courant continu : 1;		
— à courant alternatif : 2.	1	2
• Applications.		
• Cas où l'on désire identifier les organes internes.		
1er *exemple :* wattmètre monophasé, à un circuit de courant et un circuit de tension.		
2e *exemple :* wattmètre triphasé 3 fils (2 circuits de courant, 2 circuits de tension).		
◆ **Wattmètre enregistreur :**		
• Symbole général.		
• Représentation avec éléments internes : deux éléments wattmétriques, déroulement à commande par moteur électrique.		

5.4.2. - EXEMPLES D'APPLICATION

Montage des wattmètres sur un circuit à courant alternatif monophasé et sur un circuit triphasé : *tableau 2.*

TABLEAU 2

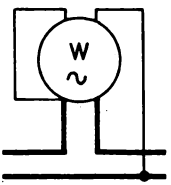
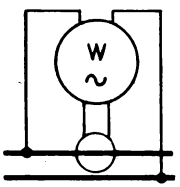
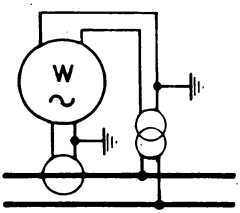
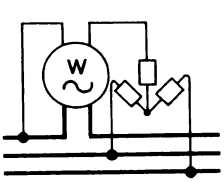
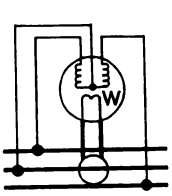
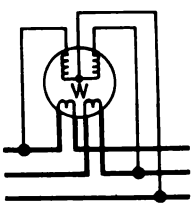
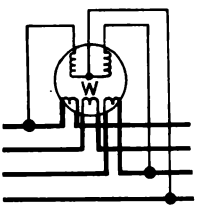
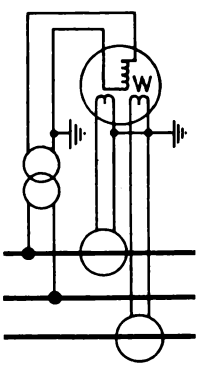
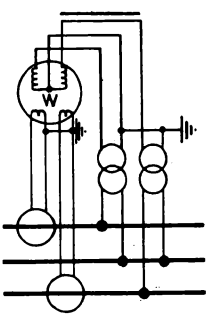
NATURE DE L'ALIMENTATION	NATURE DU MONTAGE	REPRÉSENTATION
Courant alternatif monophasé.	1. Basse tension et faible intensité.	1 
	2. Basse tension et forte intensité : emploi d'un T.I.	2 
	3. Haute tension : emploi d'un T.I. et d'un T.P.	3 

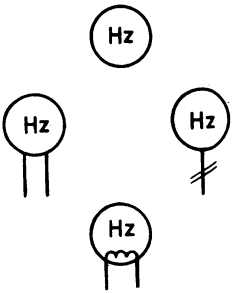
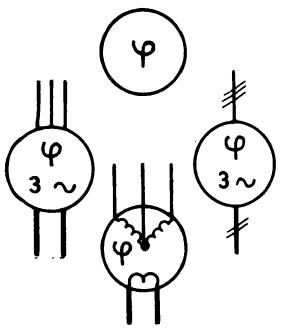
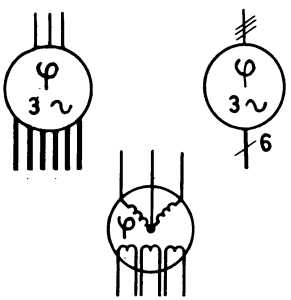
TABLEAU 2 *(suite)*

NATURE DE L'ALIMENTATION	NATURE DU MONTAGE	REPRÉSENTATION
Courant alternatif triphasé basse tension.	4. Equilibré, sans fil neutre, faible intensité.	 4
	5. Equilibré, sans fil neutre, forte intensité.	 5
	6. Non équilibré, sans fil neutre, faible intensité.	 6
	7. Non équilibré, avec fil neutre, faible intensité.	 7
Courant alternatif triphasé haute tension.	8. Equilibré, sans fil neutre.	 8
	9. Non équilibré, sans fil neutre.	 9

5.5. - Mesure des fréquences et du facteur de puissance

5.5.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

TABLEAU 1

DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Fréquence mètre indicateur :** • Symbole général.		
• Applications.		
◆ **Phasemètre indicateur :** • Symbole général.		
• Phasemètre triphasé (1 circuit de courant et 2 circuits de tension).		
• Phasemètre triphasé non équilibré (3 circuits de courant et 2 circuits de tension).		
◆ **Indicateur de facteur de puissance.**		

5.5.2. - EXEMPLES D'APPLICATION :

• Montage des fréquencemètres : *fig.* 2 et 3.

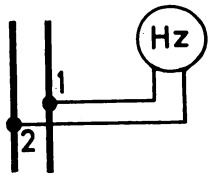


Fig. 2. — Montage d'un fréquencemètre sur un circuit basse tension.

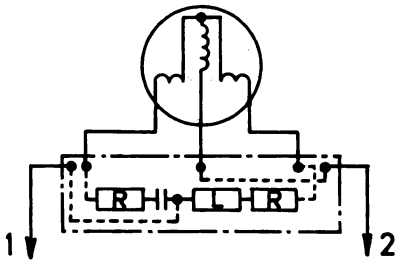


Fig. 3. — Equipement d'un fréquencemètre avec sa caisse additionnelle.

• Montage des phasemètres : *fig.* 4 et 5.

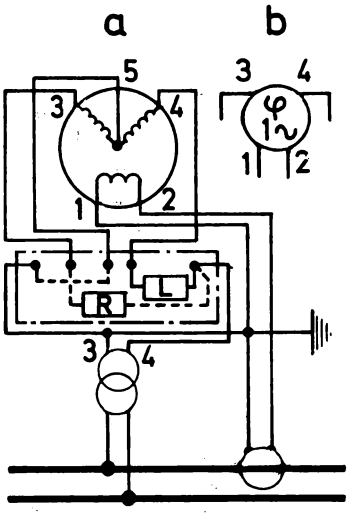


Fig. 4.

a. Montage d'un phasemètre monophasé sur circuit haute tension (avec caisse additionnelle et T.I., T.P.) ;

b. Symbole simplifié.

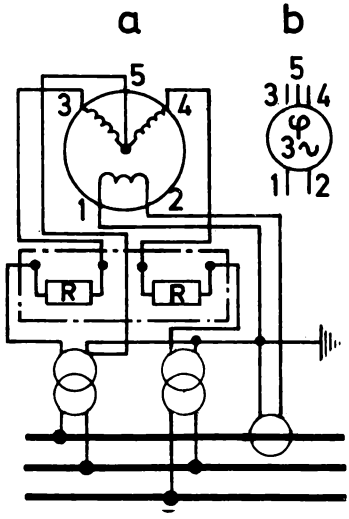


Fig. 5.

a. Montage d'un phasemètre triphasé sur circuit haute tension ;

b. Symbole simplifié.

5.6. - Appareils utilisés pour le couplage des machines et appareils divers

5.6.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

TABLEAU 1

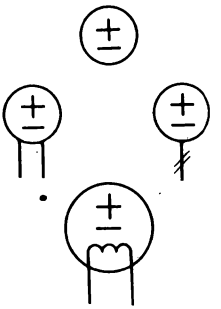
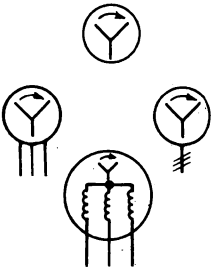
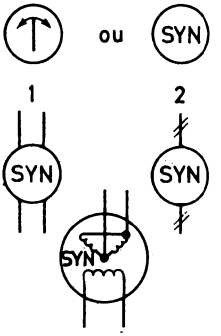
DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Couplage des machines :**		
— Indicateur de sens de courant :		
• Symbole général.		
• Applications.		
— Indicateur triphasé d'ordre de succession de phases :		
• Symbole général.		
• Applications.		
— Synchronoscope :		
• Symbole général (deux variantes 1-2).		
• Applications.		

TABLEAU 1 *(suite)*

DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
— Ohmmètre indicateur.		Ω
— Thermomètre indicateur, pyromètre indicateur.		θ
— Tachymètre indicateur.		n

5.6.2. - EXEMPLES D'APPLICATION :

- Montage des synchronoscopes : *fig.* 2 et 3.

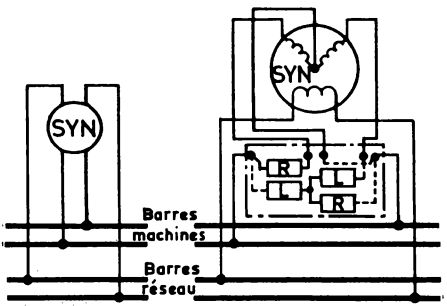


Fig. 2. — Montage d'un synchronoscope sur un circuit basse tension.

Fig. 3. — Equipement d'un synchronoscope avec sa caisse additionnelle et montage sur circuit basse tension.

5.7. - Mesure de l'énergie (comptage)

5.7.1. - SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

TABLEAU 1

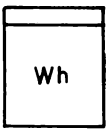
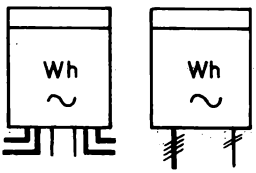
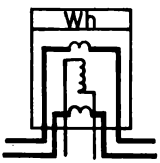
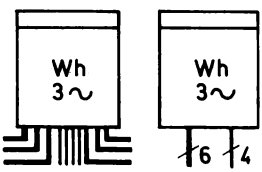
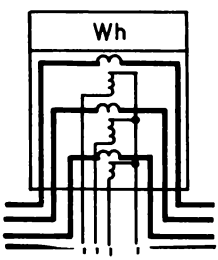
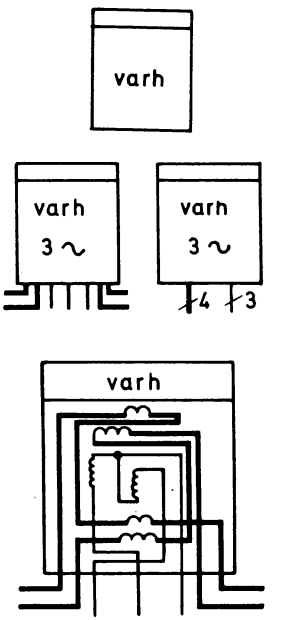
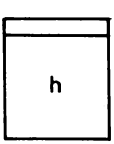
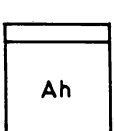
DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Compteur d'énergie active (wattheuremètre) :**		
• Symbole général.		
• Wattheuremètre monophasé (2 circuits de courant, 1 circuit de tension).		
• Wattheuremètre triphasé (3 circuits de courant, 3 circuits de tension).		

TABLEAU I *(suite)*

DÉSIGNATION DES APPAREILS	SYMBOLES POUR SCHÉMAS	
	MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE
◆ **Compteur d'énergie réactive (varheuremètre) :** • Symbole général. • Varheuremètre triphasé (2 circuits de courant, 2 circuits de tension).		
Compteur horaire (heuremètre).		
Ampèreheuremètre.		

5.7.2. - EXEMPLES D'APPLICATION :

◆ **Montage d'un compteur monophasé d'énergie active** sur un circuit à haute tension et forte intensité avec emploi d'un T.P. et d'un T.I. : *fig.* 2.

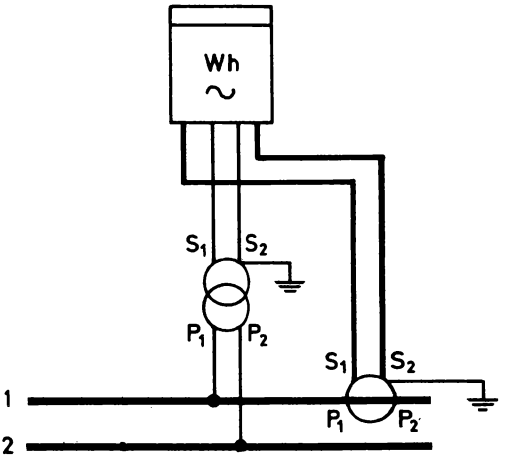


Fig. 2. — Utilisation d'un compteur monophasé à un circuit de courant et un circuit de tension.

◆ **Montage d'un compteur triphasé d'énergie active** sur un circuit à haute tension et forte intensité : *fig.* 3.

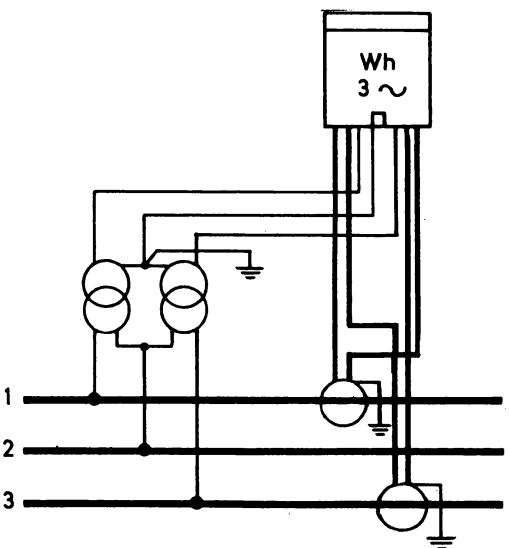


Fig. 3. — Utilisation d'un compteur triphasé à deux circuits de courant et deux circuits de tension.

◆ **Montage d'un compteur triple tarif** monophasé avec possibilité de blocage d'appareils d'utilisation monophasé, par contacteur : *fig.* 4.

On utilise un relais récepteur de télécommande à 175 Hz.

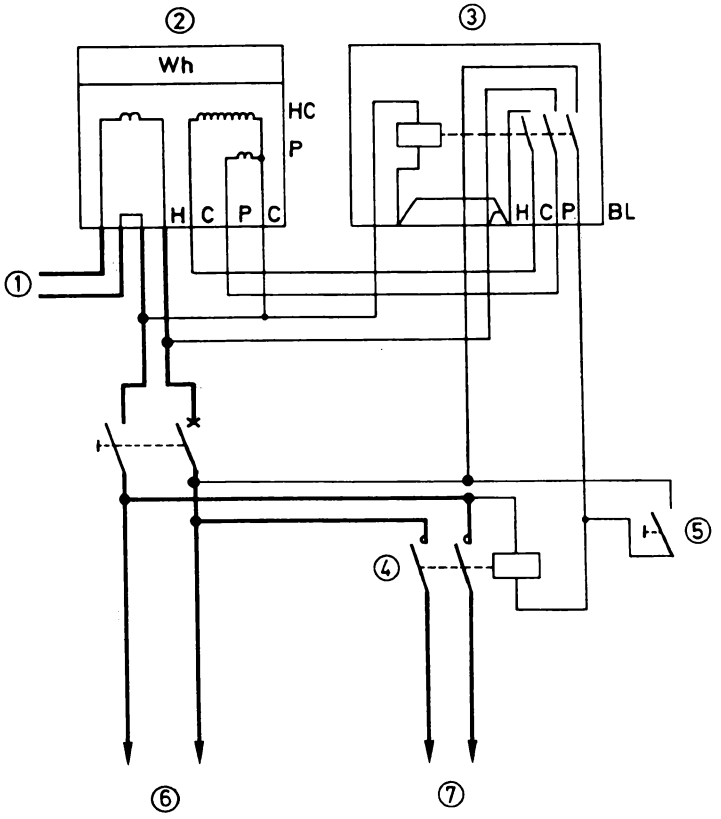


Fig. 4.

1. Réseau 220 V : phase 1 et phase 2 (ou neutre).
2. Compteur triple tarif monophasé 220 V :
   HC : heures creuses ;
   P : pointe ;
   C : commun.
3. Relais 175 Hz 220 V :
   BL : blocage.
4. Contacteur pour circuit HC.
5. Interrupteur pour commande manuelle de 4.
6. Vers circuit normal.
7. Vers circuit HC.

◆ **Commande de circuits exclusifs** d'heures creuses pour abonnés B.T.

— Cas d'un circuit monophasé 220 V sur un réseau 127/220 V ou 220/380 V (commande directe) : *fig.* 5.

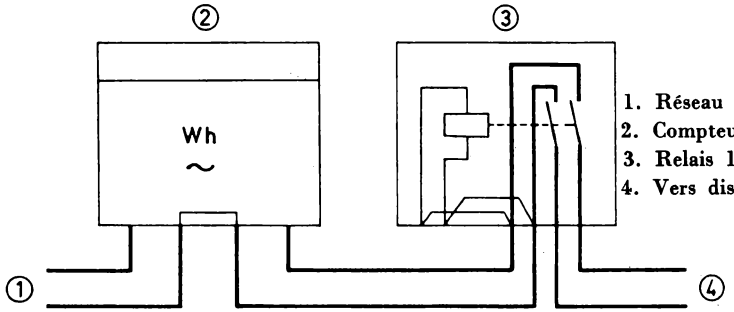


Fig. 5.
1. Réseau 220 V.
2. Compteur monophasé 220 V.
3. Relais 175 Hz.
4. Vers disjoncteur et utilisation.

— Cas d'un circuit triphasé sur réseau 220/380 V (commande par contacteur) : *fig.* 6.

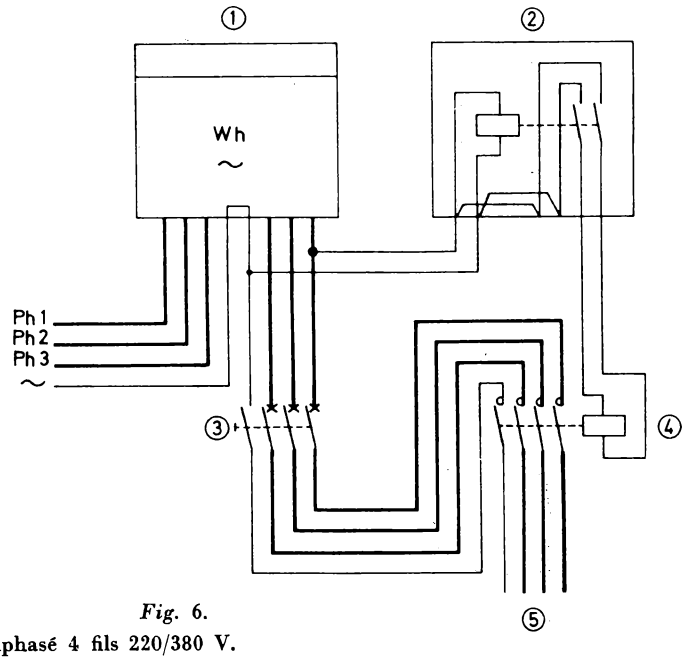


Fig. 6.
1. Compteur triphasé 4 fils 220/380 V.
2. Relais 175 Hz 220 V.
3. Disjoncteur.
4. Contacteur entre 3 et 4 : plombage et canalisation inviolable.
5. Vers circuit heures creuses.

6. - Appareillage
électrique et télécommande

L'appareillage électrique représente l'ensemble des appareils de commande, de protection, de sécurité, de contrôle et les accessoires employés dans les installations électriques.

6.1. - Principaux symboles élémentaires

Le *tableau* 1 donne quelques symboles élémentaires communs relatifs aux organes mécaniques, électromagnétiques et de commande par fluides.

TABLEAU 1

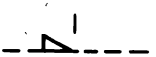
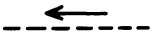
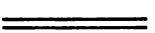
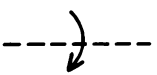
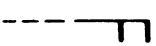
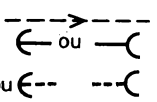
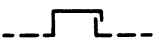
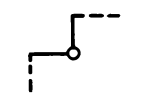
Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
1. - **Commandes mécaniques.**		– libéré.	
Liaison mécanique avec indication du sens de l'effort ou du mouvement de translation.		Dispositif d'accrochage bidirectionnel :	
		– en prise ;	
Symbole employé lorsque l'espace disponible est trop faible.		– libéré.	
Arbre tournant dans le sens de la flèche supposée placée devant le symbole de l'arbre.		Dispositif d'accrochage : symbole simplifié réservé au cas d'accrochage avec décrochage par commande directe à main.	
Liaison mécanique à mouvement retardé :		Verrouillage entre appareils par des moyens mécaniques.	
– dans le sens du déplacement de l'arc vers son centre ;		Mécanisme à jeu dans une liaison mécanique.	
Dispositif d'accrochage unidirectionnel :		Renvoi d'équerre pour liaison mécanique.	
– en prise ;		Transmission par engrenages.	

TABLEAU 1 *(suite).*

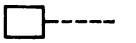
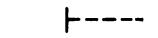
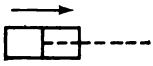
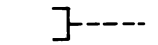
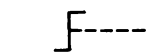
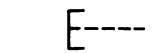
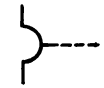
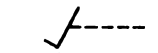
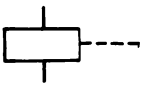
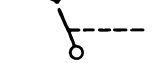
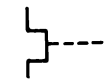
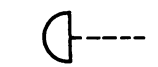
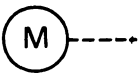
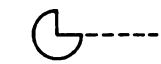
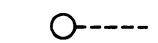
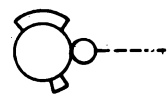
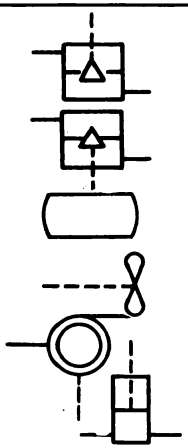
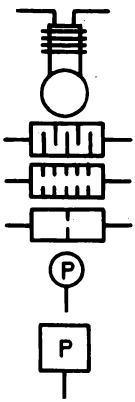
DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE
Renvoi pour transmission par câble ou par chaîne.		– par accumulation d'énergie mécanique. Le mode d'accumulation peut être inscrit dans le carré.	
2. - Dispositifs et méthodes de commande.			
Commande mécanique manuelle.		– hydraulique ou pneumatique à simple effet.	
Commande :		– à double effet.	
– par tirette.		– électromagnétique (3 variantes).	
– rotative.			
– par poussoir.			
– par volant.			
– par pédale.			
– par levier.			
– manuelle amovible.			
– par clé.		– thermique.	
– par manivelle.			
– par bouton-poussoir « coup de poing ».		– par moteur électrique.	
– par came.		– par flotteur.	
– par galet.		**3. - Organes de commande par fluides.**	
– par came et par galet.		Canalisation pour gaz ou vapeurs.	
– par force centrifuge.		Canalisation pour liquides.	

TABLEAU 1 *(suite).*

Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Soupape simple : – ouverte au repos. – fermée au repos. Réservoir. Ventilateur. Pompe (ou pompe rotative). Pompe à piston.		Compresseur de fluide. Filtre. Limiteur de débit. Régulateur de débit. Manomètre indicateur. Manomètre enregistreur.	

6.2. - Symboles utilisés pour la représentation de l'appareillage

Le *tableau* 2 donne quelques symboles relatifs aux contacts, aux appareils de séparation et de coupure et aux auxiliaires de commande.

TABLEAU 2

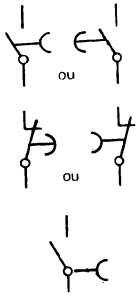
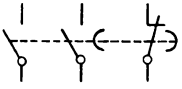
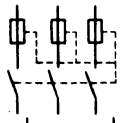
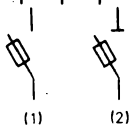
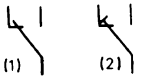
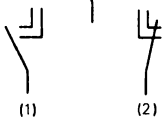
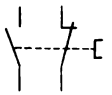
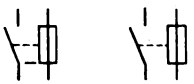
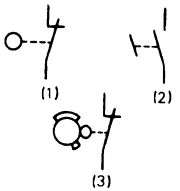
Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
1. - **Contacts à temps d'opération ou de retour spécifié.** Contact à fermeture retardé à la fermeture (2 variantes). Contact à ouverture retardé à la fermeture (2 variantes). Contact à fermeture retardé à la fermeture et à l'ouverture.		Ensemble de contacts comprenant : un contact à fermeture non retardé, un contact à fermeture retardé à la fermeture et un contact à ouverture retardé à la fermeture.	

TABLEAU 2 *(suite)*.

DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE
2. - **Contacts à deux ou trois directions.**		Interrupteur triphasé à ouverture automatique par fusible à percuteur.	
Contact à fermeture (contact de travail). Ce symbole est également utilisé comme symbole général d'interrupteur.		Fusible interrupteur (1), sectionneur (2).	
Contact à ouverture (de repos).		Fusible interrupteur sectionneur.	
Contact à deux directions : (1) sans chevauchement (ouverture avant fermeture) ; (2) avec chevauchement.			
Contact à fermeture avec ouverture.		5. - **Auxiliaires de commande.**	
Contact à deux fermetures (1) et à deux ouvertures (2).		Exemples d'association de contacts et de dispositifs de commande.	
Contact à deux directions avec position médiane d'ouverture.		Tirette de commande représentée avec les contacts correspondants.	
3. - **Contacts à deux positions avec contact de passage.**		Bouton-poussoir « coup de poing » représenté avec un contact à ouverture.	
Contact fermant momentanément à l'action (1), au relâchement (2), à l'action et au relâchement (3).		Pédale de contact.	
4. - **Interrupteur à fusibles.**		Contacts à commande :	
Fusible à percuteur avec circuit de signalisation à point commun (1) ou distinct (2).		– à galets (1), par levier (2), par came et galet (3).	

6.3. - Interrupteurs et commutateurs

Nous traiterons ici des appareils de tableau à commande directe et des appareils utilisés sur ou dans des matériels pour usage domestique dont le courant nominal est supérieur à 10 A et inférieur à 63 ou 125 A.

6.3.1. - FONCTION DES APPAREILS

◆ **Interrupteur.** Appareil destiné à déterminer l'ouverture ou la fermeture d'un circuit ou d'une portion de circuit et ayant deux positions mécaniques de repos correspondant l'une à l'ouverture, l'autre à la fermeture du circuit.

◆ **Commutateur.** Appareil destiné à substituer un circuit ou une portion de circuit à d'autres, ou encore à modifier successivement les connexions de plusieurs circuits.

◆ **Permutateur** (commutateur-inverseur). Appareil destiné à inverser les deux connexions d'extrémité d'une portion de circuit.

6.3.2. - NATURE DU MATÉRIEL

◆ **Appareil de tableau à commande directe** (exclusivement mécanique) doués de pouvoir de coupure (interrupteurs et commutateurs), de tension nominale au plus égale à 380 V en courant alternatif et 500 V en courant continu, et de courant nominal au plus égal à 125 A, destinés à établir et interrompre ou à commuter, un ou plusieurs circuits dans les installations de 1re catégorie où l'énergie électrique est utilisée pour l'éclairage, les usages thermiques et les applications domestiques, rurales ou artisanales.

Interrupteurs et commutateurs commandés à la main ou au pied, utilisés sur ou dans des appareils pour usage domestique et usage général similaire, de tension nominale ne dépassant pas 500 V et de courant nominal ne dépassant pas 63 A.

6.3.3. - CONNEXIONS RÉALISABLES AVEC LES DIFFÉRENTS APPAREILS

Le *tableau* 1 indique la fonction que remplissent les appareils, la désignation de l'appareil qui se prête à chacune de ces fonctions, les numéros et références correspondants, le nombre de pôles et les connexions réalisables (1).

Ce tableau ne concerne pas les interrupteurs et commutateurs pour installations fixes.

---

(1) D'après la Norme NF C 61-130 relative au matériel pour installations domestiques et analogues. Tableau conforme à la classification et à la numérotation adoptées par le C.E.E. (Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'Equipement Electrique).

TABLEAU 1

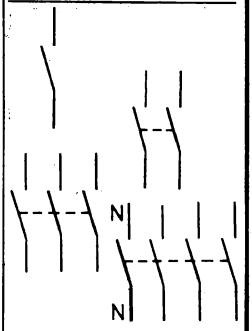
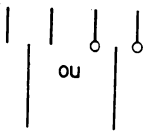
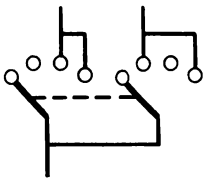
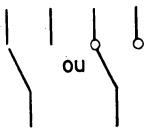
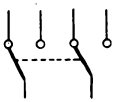
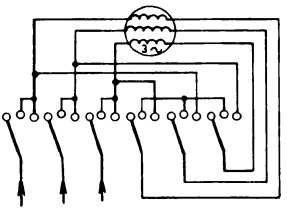
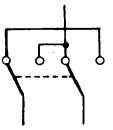
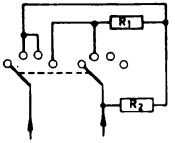
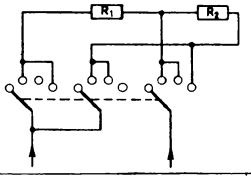
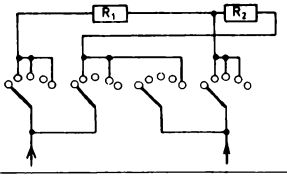
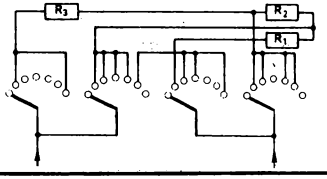
Fonction	Désignation de l'appareil qui se prête a chaque fonction	Numéro de la fonction	Nombre de pôles	Connexions réalisables
Etablir et interrompre un circuit.	Interrupteur unipolaire.	1	1	
	Interrupteur bipolaire.	2	2	
	Interrupteur tripolaire.	3	3	
	Interrupteur avec neutre coupé.	03	4	
Etablir ou interrompre séparément deux circuits différents d'un seul endroit.	Commutateur à deux directions avec arrêt.	4	1	
Etablir ou interrompre ensemble ou séparément deux circuits différents d'un seul endroit.	Commutateur à deux directions séparées et marche en parallèle.	5	1	
Etablir ou interrompre un circuit de deux endroits différents.	Commutateur à deux directions sans arrêt.	6	1	

TABLEAU 1 *(suite et fin)*

Fonction	Désignation de l'appareil qui se prête à chaque fonction	Numéro de la fonction	Nombre de poles	Connexions réalisables
Etablir ou interrompre deux circuits de deux endroits différents.	Commutateur bipolaire à deux directions.	6/2	2	
Etablir ou interrompre les circuits des enroulements d'un moteur pour le démarrage et l'arrêt.	Commutateur étoile-triangle.	6/3	3	
Etablir ou interrompre un circuit d'un nombre quelconque d'endroits.	Permutateur (commutateur inverseur) associé avec deux commutateurs 6.	7	1	
Etablir ou interrompre trois combinaisons série-parallèle de deux circuits ensemble ou séparément.	Commutateur à deux directions et marche série-parallèle.	8	1	
Etablir ou interrompre trois combinaisons série-parallèle de deux circuits ensemble ou séparément.	Commutateur à trois directions et marche série-parallèle.	9	2	
Etablir ou interrompre quatre combinaisons série-parallèle de deux circuits ensemble ou séparément.	Commutateur à trois directions et marche série-parallèle.	10	2	
Etablir ou interrompre six combinaisons série-parallèle de trois circuits ensemble ou séparément.	Commutateur à quatre directions et marche série-parallèle.	11	2	

6.4. - Disjoncteurs

Les disjoncteurs sont des appareils de protection destinés à protéger les installations contre les variations anormales des valeurs électriques, en particulier les courts-circuits et les manques de tension. Leur fonction est donc d'ouvrir un circuit automatiquement dans des conditions prédéterminées. Ce sont des interrupteurs munis de relais ou de déclencheurs.

Le *tableau* 1 représente quelques exemples de représentation de disjoncteurs à maximum de courant et à manque de tension.

TABLEAU 1

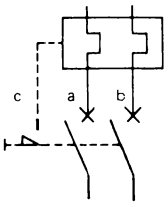
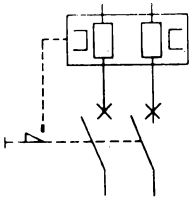
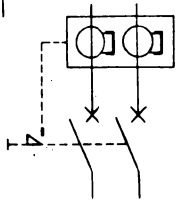
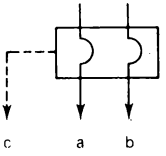
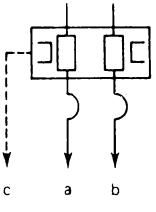
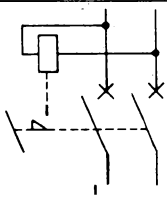
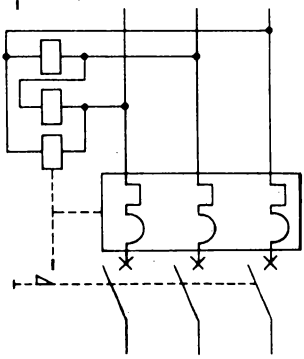
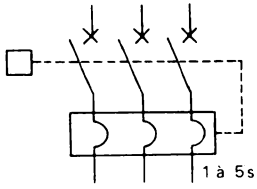
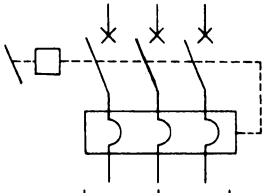
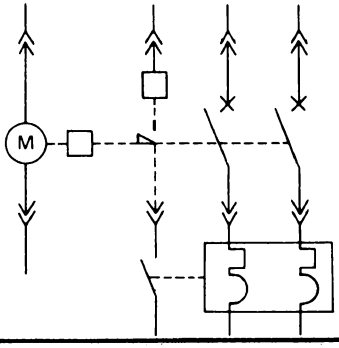
DÉSIGNATION DES DIFFÉRENTS TYPES	REPRÉSENTATION
◆ **Disjoncteur bipolaire à maximum de courant,** à fermeture à main par poussoir, à accrochage unidirectionnel (ici libéré), avec deux déclencheurs thermiques :	
• A chauffage électrique direct.	
• A chauffage électrique indirect :	
— par résistance;	
— par transformateur.	
Emploi de déclencheurs magnétiques, à chauffage électrique direct.	
Emploi de déclencheurs magnétothermiques, à chauffage indirect par résistance.	

TABLEAU 1 *(suite et fin)*

Désignation des différents types	Représentation
◆ **Disjoncteur bipolaire à manque de tension,** à fermeture à main par levier avec poignée (pour entraînement circulaire), à accrochage unidirectionnel (ici libéré).	
◆ **Disjoncteur tripolaire à maximum de courant et manque de tension,** à fermeture à main par poussoir, à accrochage unidirectionnel (ici libéré), avec trois déclencheurs magnétothermiques à chauffage électrique direct.	
◆ **Disjoncteur tripolaire à commande directe par électro-aimant,** à trois déclencheurs électromagnétiques directs à temporisation constante réglable de 1 à 5 secondes.	
◆ **Disjoncteur tripolaire à commande à main** (levier avec poignée à entraînement rectiligne), à accumulation d'énergie (indépendante) et à trois déclencheurs directs.	
◆ **Disjoncteur bipolaire débrochable à commande par moteur,** accumulation d'énergie, déclenchement par bobine auxiliaire à manque de tension et relais magnétothermique.	

6.5. - Relais

Les relais sont des appareils qui agissent sur les organes d'établissement ou d'interruption des circuits principaux par l'intermédiaire de contacts auxiliaires. Ils permettent de contrôler de fortes puissances par action sur des circuits de commande de faible puissance.

6.5.1. - CIRCUITS D'ENTRÉE DES RELAIS ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE TOUT-OU-RIEN.

Le *tableau* 1 donne un exemple de représentation de quelques relais.

6.5.2. - RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS APPARENTÉS.

On utilise des symboles fonctionnels et des symboles distinctifs représentés par un rectangle à l'intérieur duquel on place une ou plusieurs lettres, ou un ou plusieurs symboles distinctifs précisant les caractéristiques du dispositif indiqué, dans l'ordre suivant :

Grandeur caractéristique et son mode de variation ; sens de transit de l'énergie ; domaine d'ajustement ; pourcentage de retour ; action retardée ; valeur de la temporisation.

Le symbole figurant à l'intérieur du rectangle peut être utilisé soit comme symbole fonctionnel représentant l'ensemble d'un dispositif, soit comme symbole d'organe de commande du dispositif.

Le *tableau* 2 donne un exemple de représentation de quelques relais et le *tableau* 3 une liste limitative de combinaisons de symboles littéraux et distinctifs.

TABLEAU 1.

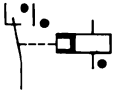
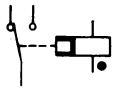
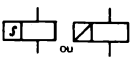
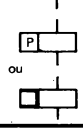
Circuit d'entrée	Représentation	Circuit d'entrée	Représentation
Symbole général.		Les points sont utilisés pour indiquer la relation entre la direction du courant circulant dans l'enroulement d'un relais polarisé et le mouvement d'un élément de contact. Quand la borne de l'enroulement de commande identifiée par un point est positive par rapport à l'autre borne, le contact se déplace, ou tend à se déplacer, vers la position marquée d'un point.	
Mise au repos retardée.			
Mise au travail retardée.			
Mise au travail et mise au repos retardées.			
Relais rapide (mise au travail et mise au repos rapides).			
Insensible au courant alternatif.		*Exemples :* Relais polarisé fonctionnant pour un seul sens du courant dans la bobine et retournant en position de repos après coupure.	
A courant alternatif.			
A résonance mécanique.		– Relais polarisé à deux positions stables.	
Relais à verrouillage mécanique.		Organe de commande d'un relais à rémanence.	
Relais polarisé.		Organe de commande d'un relais thermique.	

TABLEAU 2.

DIFFÉRENTS TYPES DE RELAIS	SYMBOLES	DIFFÉRENTS TYPES DE RELAIS	SYMBOLES
A manque de tension.	$U = 0$	A maximum de puissance réactive : transit de l'énergie vers les barres, valeur d'ajustement 1 Mvar, retard ajustable de 5 s à 10 s.	$Q >$ 1 Mvar 5...10 s
A retour de courant.	$I \leftarrow$		
Actionné par la fréquence.	f		
A minimum de puissance active.	$P <$	A minimum de tension : domaine d'ajustement de 50 V à 80 V, pourcentage de retour 130 %.	$U <$ 50...80V 130 %
A maximum de courant à action retardée.	$I >$		
A maximum de courant avec domaine d'ajustement de 5 A à 10 A.	$I >$ 5...10A	A maximum et à minimum de courant : valeur d'ajustement supérieure à 5 A et inférieure à 3 A.	$I \geq$ 5A $<$ 3A

TABLEAU 3.

GRANDEURS	SYMBOLES	GRANDEURS	SYMBOLES
Tension de défaut à la masse.	U	Courant de défaut à la terre.	I
Tension résiduelle.	U_{rsd}	Courant dans le conducteur neutre.	I_N
Courant de retour.	$I \leftarrow$	Courant entre points neutres de deux systèmes polyphasés.	I_{N-N}
Courant différentiel.	I_d		
Pourcentage de courant différentiel.	I_d / I	Puissance pour l'angle de phase α.	P_α

6.5.3. - AUXILIAIRES AUTOMATIQUES A CONTACTS ÉLECTRIQUES (1)

6.5.3.1. - Symboles.

Le symbole d'un auxiliaire automatique à contacts électriques résulte de la juxtaposition d'un symbole d'ensemble transmetteur et d'un symbole de contacts électriques.

La *figure* 2 représente les deux variantes du symbole général d'un ensemble transmetteur. Ce symbole peut recevoir en tout ou en partie les indications complémentaires ci-après :

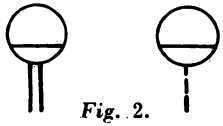


Fig. 2.

♦ **dans la partie supérieure** : le symbole littéral de la grandeur caractéristique (*tableau* 4) ;

(1) La normalisation indiquée dans ce paragraphe est encore valable. Elle sera modifiée par la suite afin de concorder avec les travaux de la C.E.I. Déplacement utilisé pour les éléments mobiles : droite-gauche.

♦ **sur la corde,** qui représente alors l'axe de variation de la grandeur caractéristique :

– pour chaque point de fonctionnement garanti, la *valeur de la grandeur caractéristique,* inscrite au-dessus d'une flèche qui est placée sur la corde et indique le sens de variation correspondant,

— si nécessaire, *la valeur de retour,* inscrite au-dessous d'un petit trait à la corde,

— la *valeur de la grandeur caractéristique* correspondant à l'état pour lequel les contacts sont représentés, repérée à l'aide d'un point convenablement placé sur la corde par rapport aux valeurs de fonctionnement et aux valeurs de retour.

Le *tableau* 5 représente, sous forme d'exemples, quelques symboles complets pour auxiliaires antomatiques (représentation rassemblée). Pour la représentation développée, le symbole des contacts peut être séparé de celui de l'ensemble transmetteur, mais ce dernier doit toujours comprendre la liaison mécanique ainsi que les indications relatives à la grandeur caractéristique et aux valeurs de fonctionnement ou de retour.

TABLEAU 4.

Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Longueur.	l	Moment d'un couple.	T
Angle plan.	α	Temps.	t
Vitesse linéaire.	v	Température.	θ
Vitesse angulaire.	ω	Pression.	p
Accélération linéaire.	a	Hauteur d'un niveau.	h
Accélération angulaire.	$\frac{d\omega}{dt}$	Débit d'un fluide.	q
		Débit d'un volume d'un fluide.	q_v
Force.	F	Débit en masse d'un fluide.	q_m

A défaut de symbole littéral, on peut inscrire dans le cercle du symbole de l'ensemble transmetteur un repère reportant à une légende.

TABLEAU 5.

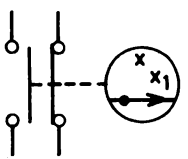
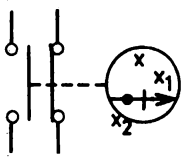
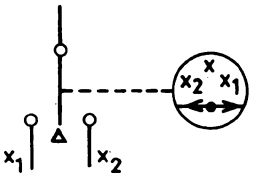
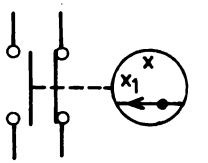
Désignation	Symbole
Auxiliaire automatique à maximum fonctionnant pour la valeur x_1 de la grandeur caractéristique x (la position des contacts étant représentée pour une valeur de la grandeur caractéristique inférieure à x_1).	
— Valeur de retour spécifiée x_2.	

TABLEAU 5 *(suite et fin).*

DÉSIGNATION	SYMBOLE
Auxiliaire automatique à minimum fonctionnant pour la valeur x_1 de la grandeur caractéristique x (position des contacts représentée pour $x > x_1$).	
Auxiliaire automatique à maximum (x_1) **et à minimum** (x_2), à contact bidirectionnel avec position de repos (position des contacts représentée pour x comprise entre x_2 et x_1).	

6.5.3.2. - Exemples d'application.

La *figure* 5 représente un dynamomètre à contacts fonctionnant à 50 newtons.

La *figure* 6 représente un thermostat détecteur d'incendie avec dispositif d'accrochage et bouton-poussoir de réarmement, établissant un circuit électrique quand la température ou son taux de variation franchissent des valeurs de fonctionnement (par exemple 90° C et 5° C/mn) en croissant.

Fig. 5.

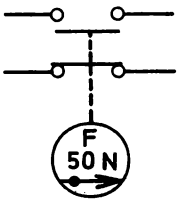
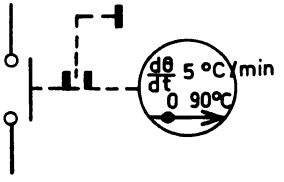


Fig. 6.



6.6. - Contacteurs et discontacteurs

Le contacteur est un interrupteur à commande électrique n'ayant qu'une position de repos correspondant à l'ouverture du circuit. C'est un appareil destiné à ouvrir et fermer un circuit à distance.

Le contacteur électromagnétique est souvent complété par un organe de protection électrique qui provoque le déclenchement automatique en cas de surintensité (relais de protection à maximum de courant). Il prend le nom de *discontacteur* et comporte deux parties essentielles : le *contacteur* et les *relais* de protection (magnétiques, thermiques ou magnétothermiques).

Notre étude portera sur les schémas de discontacteurs électromagnétiques.

Pour obtenir des schémas de contacteurs il suffira de supprimer les relais.

6.6.1. - SCHÉMA FONCTIONNEL D'UN DISCONTACTEUR

La *figure* 1 représente les parties essentielles de l'ensemble d'installation de télécommande. On y distingue deux circuits fondamentaux : le circuit principal et le circuit de commande.

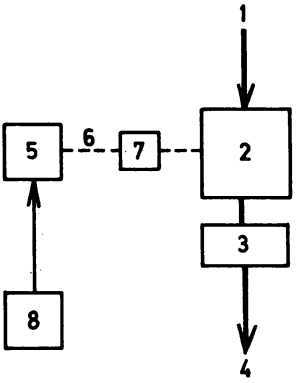


Fig. 1.

Circuit principal.

1. Arrivée du courant (alimentation).
2. Organe permettant la fermeture et l'ouverture du circuit principal (pôle du discontacteur).
3. Relais de protection.
4. Départ vers l'utilisation (moteur, par exemple).

Circuit de commande.

5. Organe électromagnétique de commande de 2 (bobine).
6. Liaison mécanique entre 5 et 2.
7. Contacts auxiliaires, si nécessaire (autoalimentation, pour signalisations, etc.).
8. Poste de commande agissant sur le circuit contenant 5 : commande manuelle (interrupteur, boutons-poussoirs, etc.) ou automatique (automates divers).

La *figure* 2 donne l'exemple d'un pôle de discontacteur comprenant : un contact principal et un relais magnéto-thermique à chauffage direct et réarmement à mains.

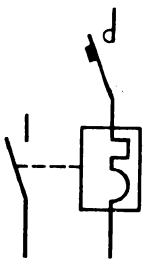


Fig. 2.

La *figure* 3 représente le schéma développé du circuit de commande d'un discontacteur avec relais thermique.

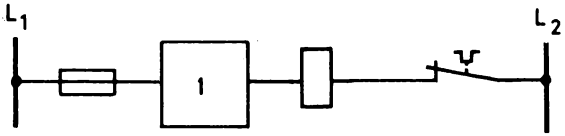


Fig. 3.

1. Poste de commande.

6.6.2. - REPRÉSENTATION DES DISCONTACTEURS

6.6.2.1. - Commande manuelle d'un endroit de la fermeture et de l'ouverture d'un discontacteur, avec un interrupteur.

- Schéma développé du circuit de commande : *fig.* 4.
- Schéma des canalisations intérieures (forme multifilaire) : *fig.* 5.

On utilise un discontacteur tripolaire à relais magnétothermiques et un interrupteur à poussoir.

- Schéma des canalisations extérieures (forme unifilaire) : *fig.* 6.

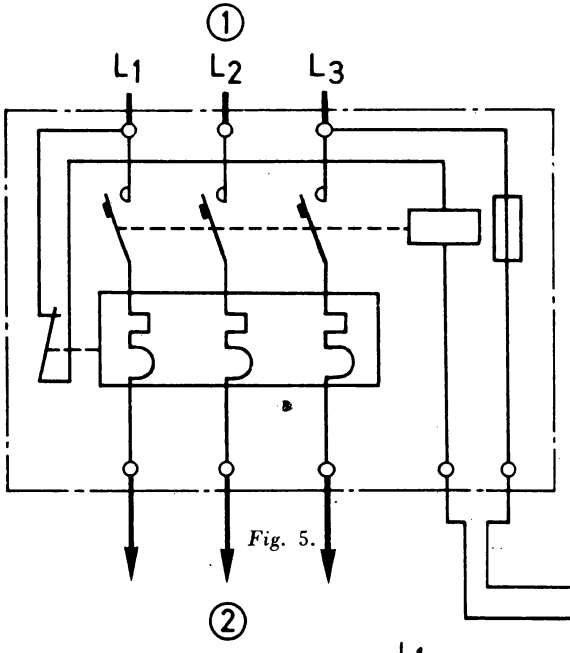


Fig. 5.

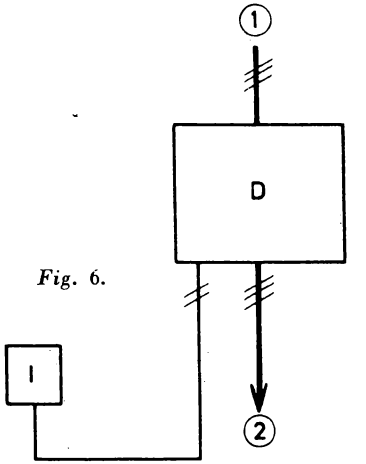


Fig. 6.

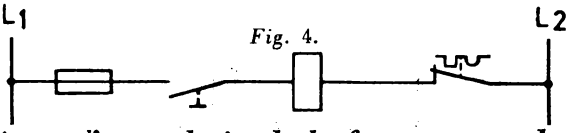


Fig. 4.

6.6.2.2. - Commande automatique, d'un endroit, de la fermeture et de l'ouverture d'un discontacteur, avec un automate.

Le schéma développé du circuit de commande est identique à celui utilisé pour le montage précédent. L'interrupteur est remplacé par un automate qui ferme ou ouvre le circuit comprenant la bobine, en fonction d'une grandeur physique à contrôler.

Exemple. — *Commande de l'alimentation d'un four en fonction d'une température : emploi d'un thermostat.*

6.6.2.3. - Commande manuelle de la fermeture et de l'ouverture d'un discontacteur, avec un poste de commande comprenant des appareils fonctionnant par impulsion (boutons-poussoirs marche et arrêt).

Dans les montages précédents, la coupure du courant entraîne l'ouverture du discontacteur ; mais dès que la tension est rétablie son réenclenchement risque de provoquer des accidents graves (machines outils par exemple). Il est alors nécessaire de rendre impossible ce réenclenchement (emploi d'un contact auxiliaire).

◆ **Cas de la commande d'un endroit.**

• Schéma développé du circuit de commande : *fig.* 7.

• Schéma multifilaire d'un discontacteur tripolaire avec relais thermiques : *fig.* 8.

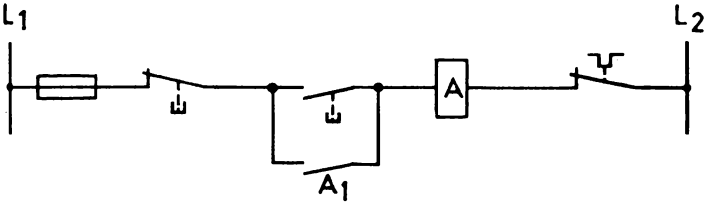


Fig. 7.

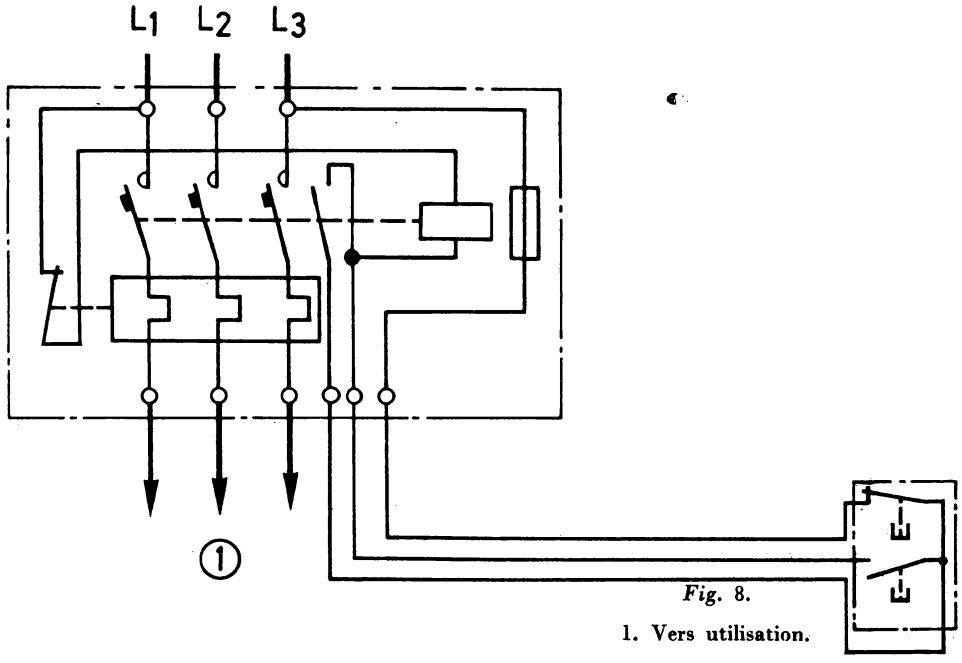


Fig. 8.

1. Vers utilisation.

◆ **Cas de la commande de plusieurs endroits.**

- Schéma développé du circuit de commande : *fig.* 9.
- Schéma unifilaire discontacteur tripolaire : *fig.* 10.

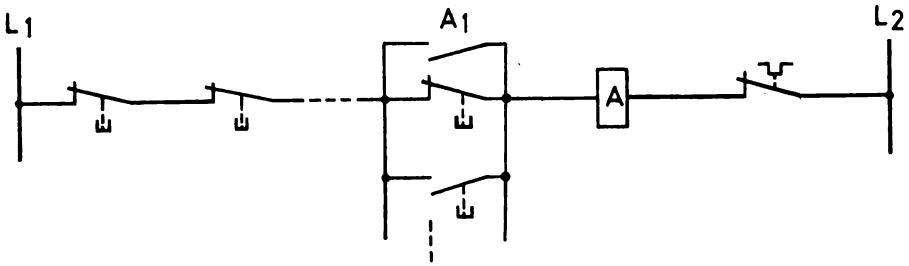


Fig. 9. — Les boutons « arrêt » sont branchés en série et les boutons « marche » sont branchés en dérivation.

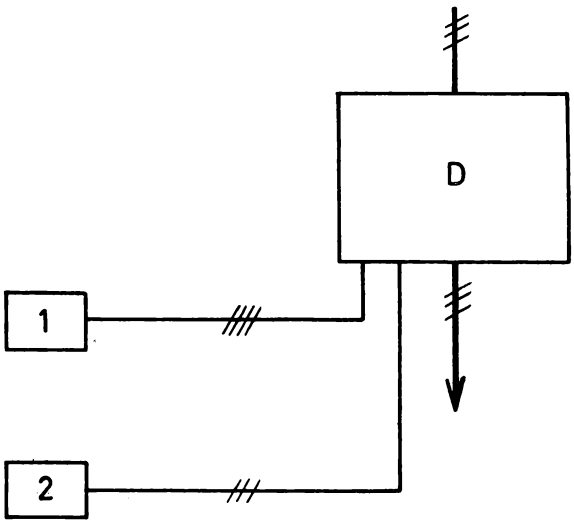


Fig. 10.

D. Discontacteur.

1. 1er poste de commande (M + A).
2. 2e poste de commande (M + A).

◆ **Avec dispositif de signalisation pour la fermeture et pour l'ouverture du discontacteur.**

• Schéma développé du circuit de commande comprenant un bouton marche, un bouton arrêt, une lampe contrôlant l'ouverture du discontacteur et une lampe contrôlant sa fermeture : *fig.* 11.

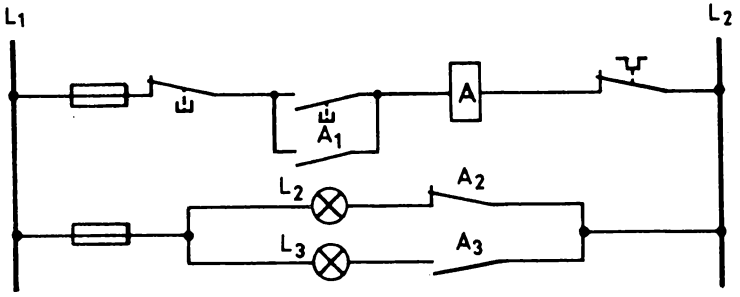


Fig. 11.

La lampe L_2 n'éclaire que lorsque le discontacteur est ouvert (A_2 fermé).
La lampe L_3 n'éclaire que lorsque le discontacteur est fermé (A_3 fermé).

La *figure* 12 représente le schéma développé remplissant la fonction demandée. Un interrupteur à poussoir a été placé sur le circuit du contact d'autoalimentation.

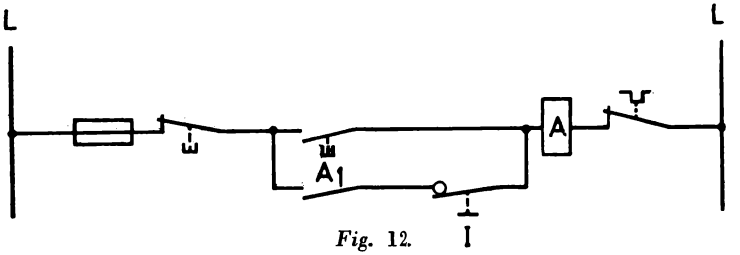
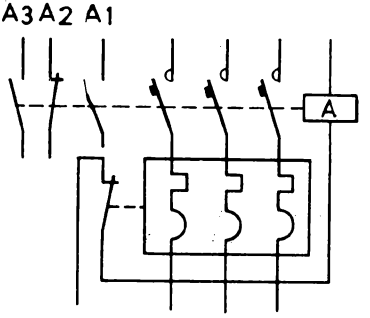


Fig. 12.

Fig. 12. — Dans la position de la *figure*, l'interrupteur I est fermé et le fonctionnement de l'installation s'effectue normalement.

Lorsque l'interrupteur est ouvert, en agissant sur le bouton marche, l'installation fonctionne par « à-coups », le contact d'autoalimentation A_1 ne pouvant se fermer.

6.6.2.4. - Commande d'un discontacteur en marche normale ou en marche par à-coups.



La *figure* 13 donne un exemple de représentation multifilaire d'un discontacteur répondant à la fonction demandée.

Fig. 13.

6.6.3. - REPRÉSENTATION DES DISCONTACTEURS-INVERSEURS

Dans de nombreuses applications on ressent la nécessité d'inverser des circuits. C'est le cas, par exemple, de l'inversion du sens de rotation de moteurs triphasés qui s'obtient en croisant deux des phases d'alimentaion.

La *figure* 14 donne deux variantes de la représentation symbolique d'un contacteur-inverseur comprenant deux contacteurs bipolaires verrouillés mécaniquement.

La *figure* 15 représente le schéma développé du circuit de commande d'un discontacteur-inverseur.

Les contacts auxiliaires A_2 et B_2 représentent des contacts de verrouillage électrique interdisant les commandes simultanées de A et B.

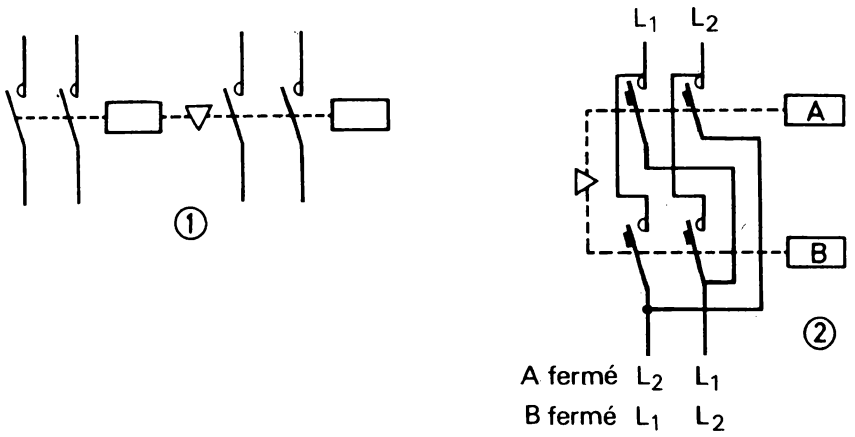


Fig. 14.

1. Assemblage de deux contacteurs disposés en ligne (ou dos à dos).
2. Assemblage de deux contacteurs superposés.

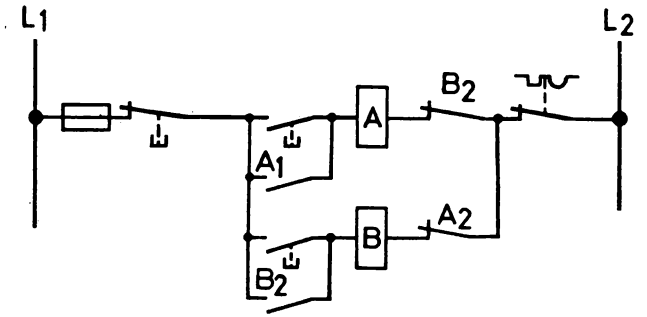


Fig. 15.

La *figure* 16 donne la représentation multifilaire (schéma des canalisations intérieures et extérieures) d'un discontacteur-inverseur tripolaire commandant un moteur triphasé.

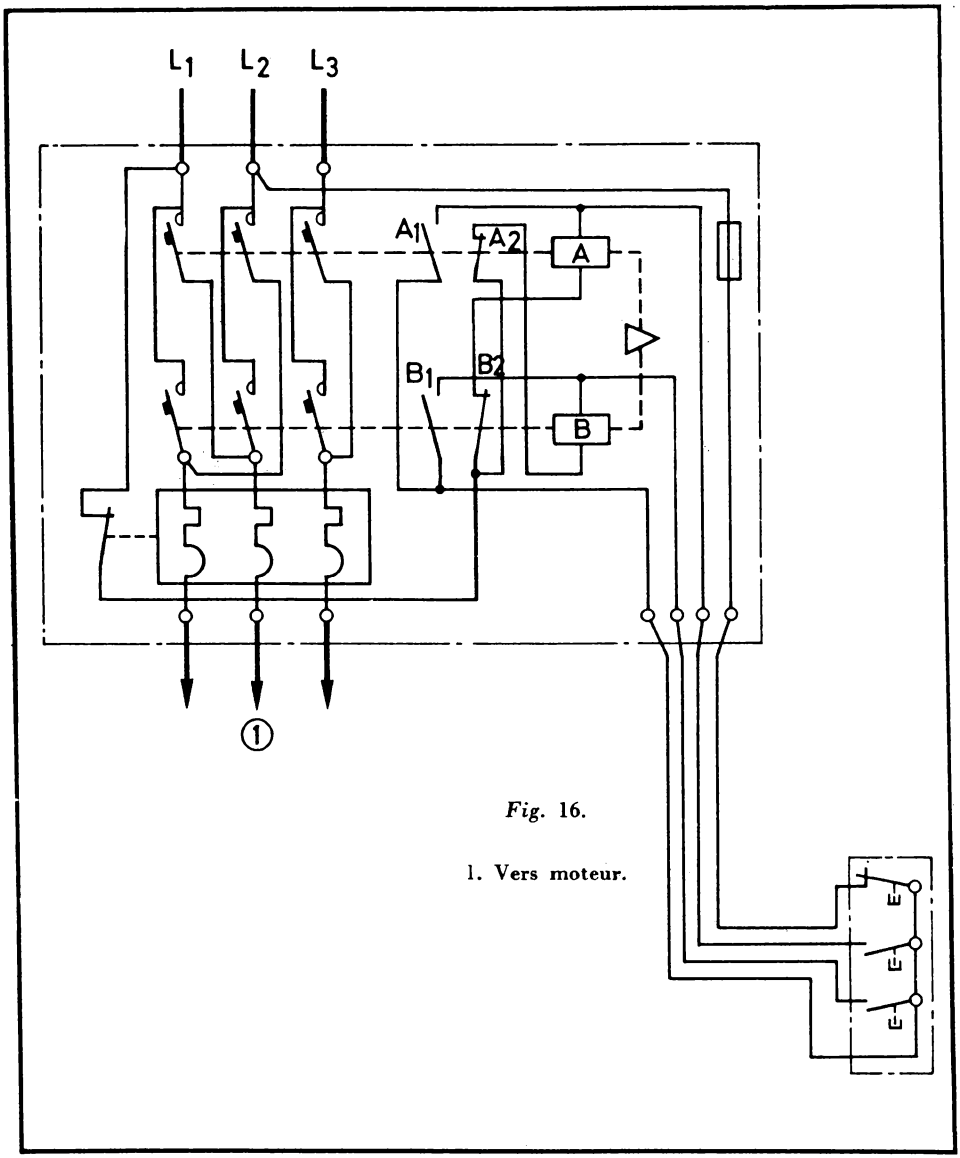


Fig. 16.

1. Vers moteur.

6.7. - Conjoncteurs-disjoncteurs

Ce sont des interrupteurs possédant à la fois les caractéristiques des disjonteurs et des conjoncteurs, c'est-à-dire des interrupteurs dans lesquels la fermeture et l'ouverture du circuit se produisent automatiquement dans des conditions prédéterminées. Ils sont surtout utilisés pour la protection du circuit de charge des batteries d'accumulateurs.

La *figure* 1 précise la représentation d'un conjoncteur-disjoncteur et la *figure* 2 donne un exemple de l'installation simplifiée d'une batterie d'accumulateurs en charge aux bornes d'une génératrice à courant continu.

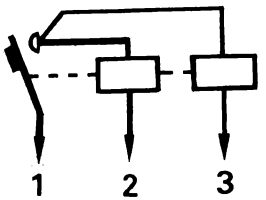


Fig. 1.

1. Vers le pôle — de la batterie.
2. Vers le pôle — de la génératrice.
3. Vers le pôle + de la génératrice.

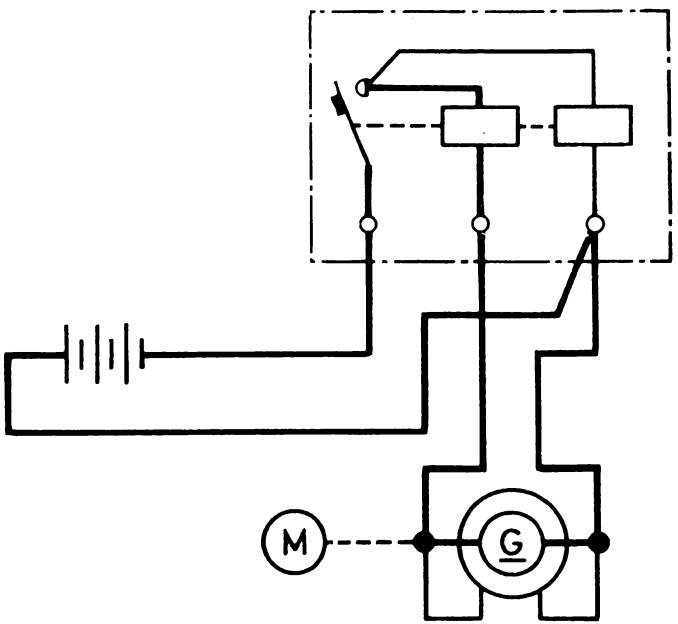


Fig. 2.

7. - Machines électriques
tournantes et statiques

7.1. - Principaux symboles généraux : *tableau 1 (page 205.)*

Selon le type du schéma envisagé on peut utiliser deux formes de symboles (I et II). Dans les deux formes l'induit (ou le secondaire pour les moteurs asynchrones à induction) est représenté par un cercle.

— Dans la forme I, l'inducteur avec son enroulement est représenté par un second cercle, extérieur au premier pour les machines à collecteur, intérieur à celui-ci pour les machines synchrones. Pour les machines asynchrones à induction, le cercle intérieur représente le rotor, et le cercle extérieur le stator. Pour les transformateurs, chaque enroulement (primaire, secondaire, tertiaire, etc.) est représenté par un seul cercle, quel que soit le nombre de phases.

— Dans la forme II, les enroulements des inducteurs ou des primaires sont représentés par le symbole d'un enroulement de machine.

Les bornes et les balais sont représentés ou non suivant les nécessités du schéma.

On peut spécifier sur le schéma les caractéristiques essentielles des circuits.

L'emploi de la forme I est recommandé pour les représentations unifilaires, celui de la forme II pour les représentations multifilaires.

TABLEAU 1

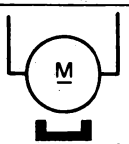
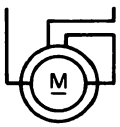
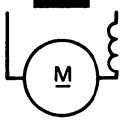
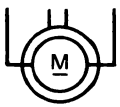
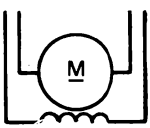
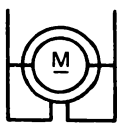
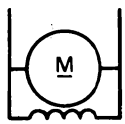
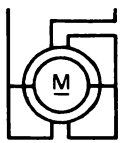
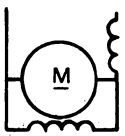
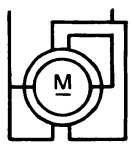
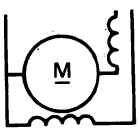
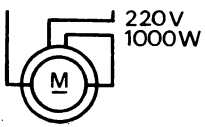
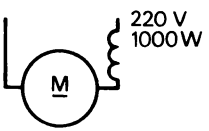
DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE
◆ **Eléments de symboles :**		◆ **Symboles généraux des machines.**	
— Enroulement de machine.		— Génératrice.	
On peut dessiner un nombre arbitraire de demi-cercles dans tous les cas où ce nombre n'a pas une signification définie. Si l'on désire différencier les enroulements d'une même machine, on peut le faire en employant les symboles 1, 2, 3.		— Moteur.	
		— Machine pouvant servir comme génératrice ou comme moteur.	
		— Génératrice à courant continu.	
		— Moteur à courant continu.	
— Enroulement de commutation ou de compensation.	(1)	— Génératrice à courant alternatif.	
— Enroulement série.	(2)	— Moteur à courant alternatif.	
— Enroulement d'excitation en dérivation ou indépendante.	(3)	— Alternateur synchrone.	
- Balai (sur bague ou sur collecteur).		— Moteur synchrone.	
Les balais sont représentés seulement si cela est nécessaire.		— Commutatrice.	
		— Groupe convertisseur tournant.	
		— Transformateur.	

7.2. - Moteurs à courant continu

7.2.1. - PRINCIPAUX SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 2.*

Dans cet ouvrage nous utiliserons principalement la forme II avec l'indication des bornes et des balais sur le symbole des machines.

TABLEAU 2

DÉSIGNATION	SYMBOLE	
	FORME I	FORME II
Moteur à courant continu, à aimant permanent, à deux conducteurs.		
Moteur à excitation en série, à deux conducteurs.		
Moteur à excitation indépendante, à deux conducteurs.		
Moteur à excitation en dérivation, à deux conducteurs.		
Moteur à excitation composée :		
• à courte dérivation;		
• à longue dérivation.		
Indication sur un symbole de machine à courant continu des bornes, des balais et des données numériques.		
Exemple : moteur à excitation en série, à deux conducteurs, 220 V, 1 000 W.		

7.2.2. - MOTEUR A EXCITATION EN DÉRIVATION (shunt).

◆ **Démarrage manuel** : un sens de marche.

• *Représentation développée.*

Montage du moteur avec rhéostat de démarrage et rhéostat d'excitation : *fig.* 3. On représente les rhéostats de deux façons comme indiqués par la figure 3a.

Au démarrage du moteur il est nécessaire d'avoir une f.c.e.m. maximale, donc un flux maximum. Les inducteurs doivent être branchés directement aux bornes du réseau d'alimentation (curseur du rhéostat d'excitation au début de la course). Pour permettre, à la coupure du circuit, la décharge de l'énergie produite par la self-induction des inducteurs dans le rhéostat et l'induit, et pour éviter ainsi l'étincelle de rupture, le rhéostat de démarrage comporte un plot mort et est monté comme l'indique la *figure* 4 (montage anti-inductif).

Afin d'éviter un emballement du moteur qui pourrait être provoqué par l'annulation du flux, le circuit inducteur comporte généralement une bobine à minimum de courant qui maintient, en marche normale, le rhéostat de démarrage court-circuité.

De plus, une liaison sur le rhéostat d'excitation évite toute coupure du circuit en cas de mauvais contact.

La *figure* 4 tient compte de ces perfectionnements.

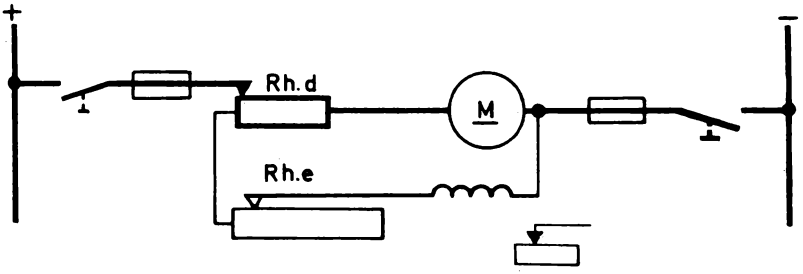


Fig. 3. *Fig.* 3 a

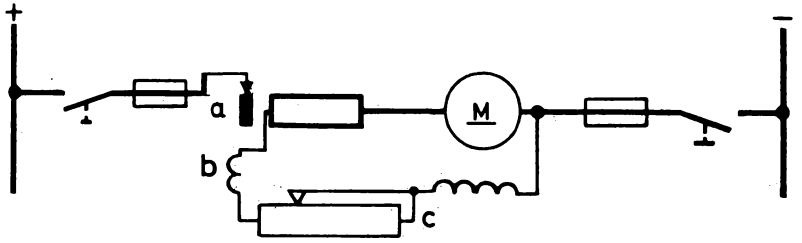


Fig. 4.

a. Plot mort.
b. Bobine à minimum de courant.
c. Liaison entre le rhéostat et le curseur.

• Le *tableau* 5 représente un mode de représentation (non normalisé) des appareils utilisés pour le démarrage des moteurs et le réglage de leur excitation.

TABLEAU 5

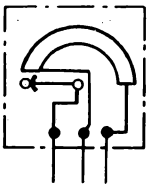
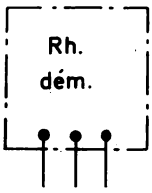
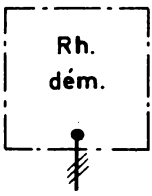
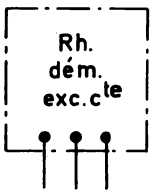
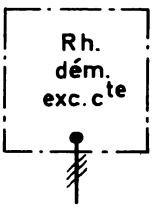
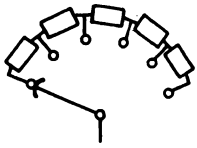
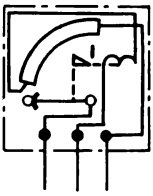
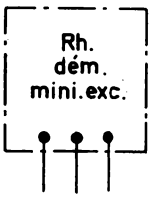
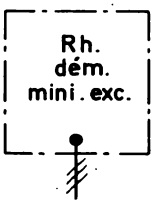
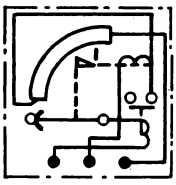
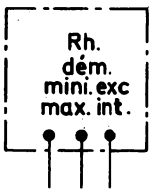
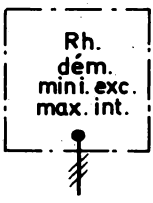
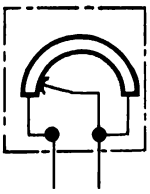
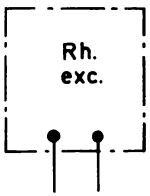
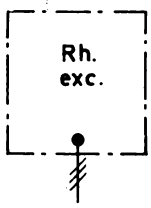
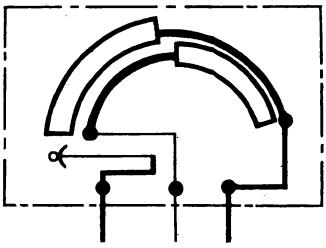
Désignation	Symboles pour schémas			Observations
	multifilaires	multifilaires simplifiés	unifilaires	
Rhéostat de démarrage sans dispositif de protection : • ordinaire.				Le symbole représente une résistance et un curseur qui se déplace sur elle d'une façon continue.
• à excitation constante.				Si l'on désire représenter des résistances à plots il faut utiliser le symbole suivant. 
Rhéostat de démarrage avec dispositif de protection : • à minimum de courant d'excitation.				*Exemple :* rhéostat à 6 plots.
• à minimum de courant d'excitation et à maximum d'intensité.				Le symbole représente le dispositif d'accrochage unidirectionnel (libéré dans ce cas).

TABLEAU 5 *(suite)*

Désignation	Symboles pour schémas			Observations
	Multifilaires	Multifilaires simplifiés	Unifilaires	
Rhéostat d'excitation.				Les symboles représentés dans les trois colonnes utilisent les symboles élémentaires figurant dans la norme NF C 03-101.
Démarreur-accélérateur sans dispositif de protection.				

Le *tableau* 6 précise quelques symboles normalisés fonctionnels de démarreurs de moteurs.

TABLEAU 6

Désignation	Symboles	Désignation	Symboles
Démarreur de moteur, symbole général.		Démarreur-régleur.	
Des signes distinctifs peuvent être dessinés à l'intérieur du symbole général, pour indiquer des types particuliers de démarreurs.		Démarreur avec mise à l'arrêt automatique.	
Démarreur opérant par échelons. Le nombre d'échelons peut être indiqué.		Démarreur direct par contacteur pour deux sens de marche.	

• *Exemples d'application.*

1er Exemple. — *Schéma multifilaire de l'installation d'un moteur à excitation en dérivation avec rhéostat de démarrage possédant une bobine à minimum de courant, et rhéostat d'excitation : fig.* 6.

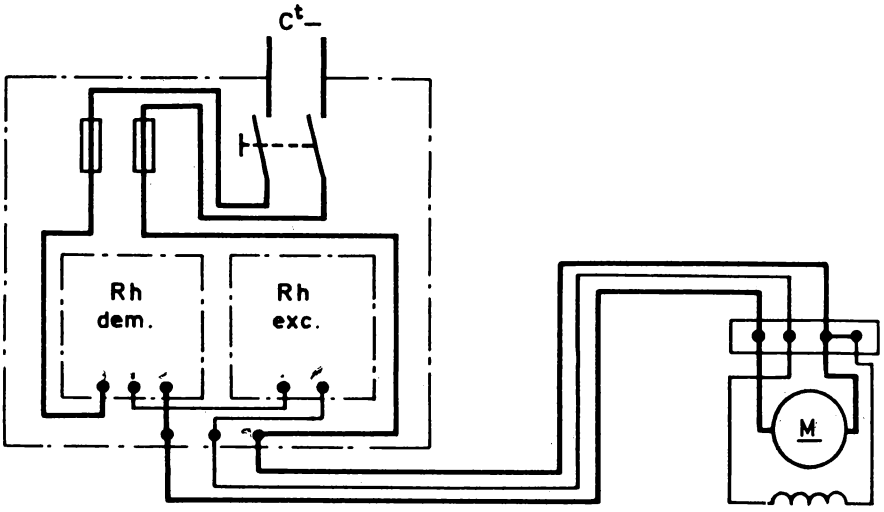


Fig. 6.

2e Exemple. — *Démarrage en* 4 *temps d'un moteur avec un combinateur à tambour : fig.* 7.

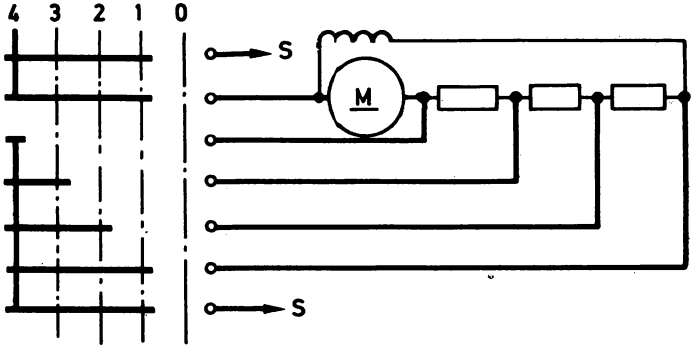


Fig. 7. — Secteur à courant continu.

◆ **Démarrage manuel** : deux sens de marche.

Pour inverser le sens de rotation d'un moteur à excitation en dérivation on peut inverser le sens du courant soit dans l'inducteur, soit dans l'induit. Cette dernière solution est généralement adoptée.

• *Représentation développée : fig.* 8.

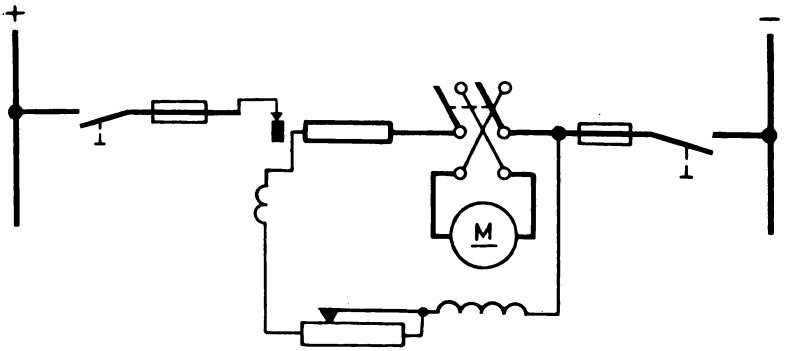


Fig. 8.

• *Appareils utilisés :* la *figure* 9 représente un exemple de démarreur inverseur à commande manuelle.

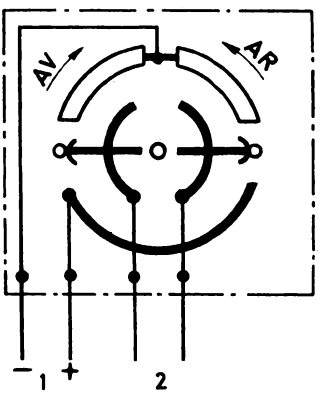


Fig. 9.

1. Vers alimentation.
2. Vers induit.

◆ **Démarrage semi-automatique** : un sens de marche.

• *Fonction à remplir.* L'action sur un poste de commande (bouton-poussoir « marche », par exemple) doit provoquer le démarrage automatique du moteur : mise sous tension des inducteurs, mise sous tension progressive de l'induit par élimination successive des résistances de démarrage. L'action sur un bouton-poussoir « arrêt » doit permettre la mise hors tension du moteur, c'est-à-dire son arrêt.

• Représentation développée du circuit principal et du circuit de commande. Cas d'un démarrage en 3 temps : *fig.* 10.

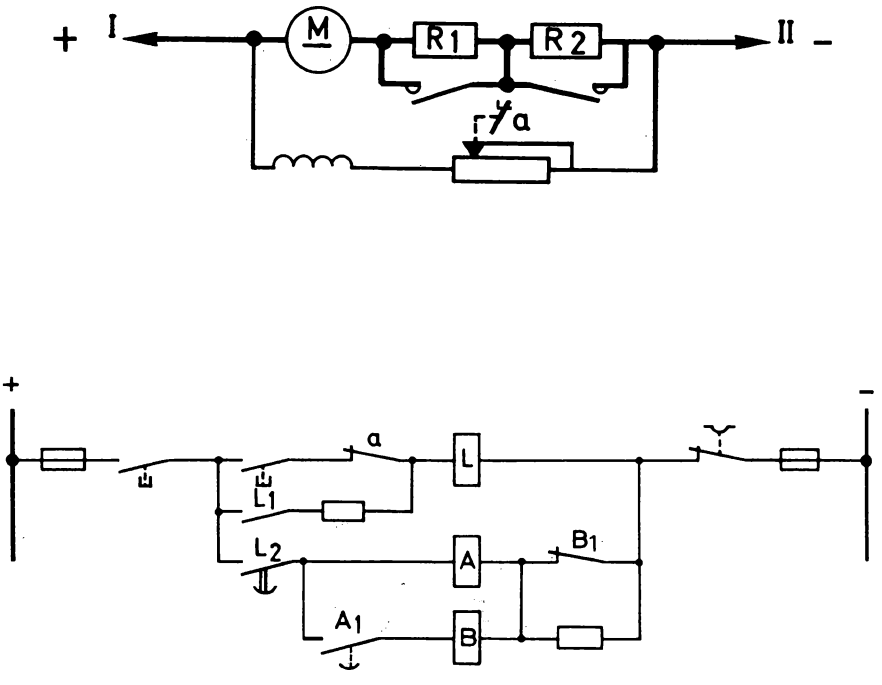
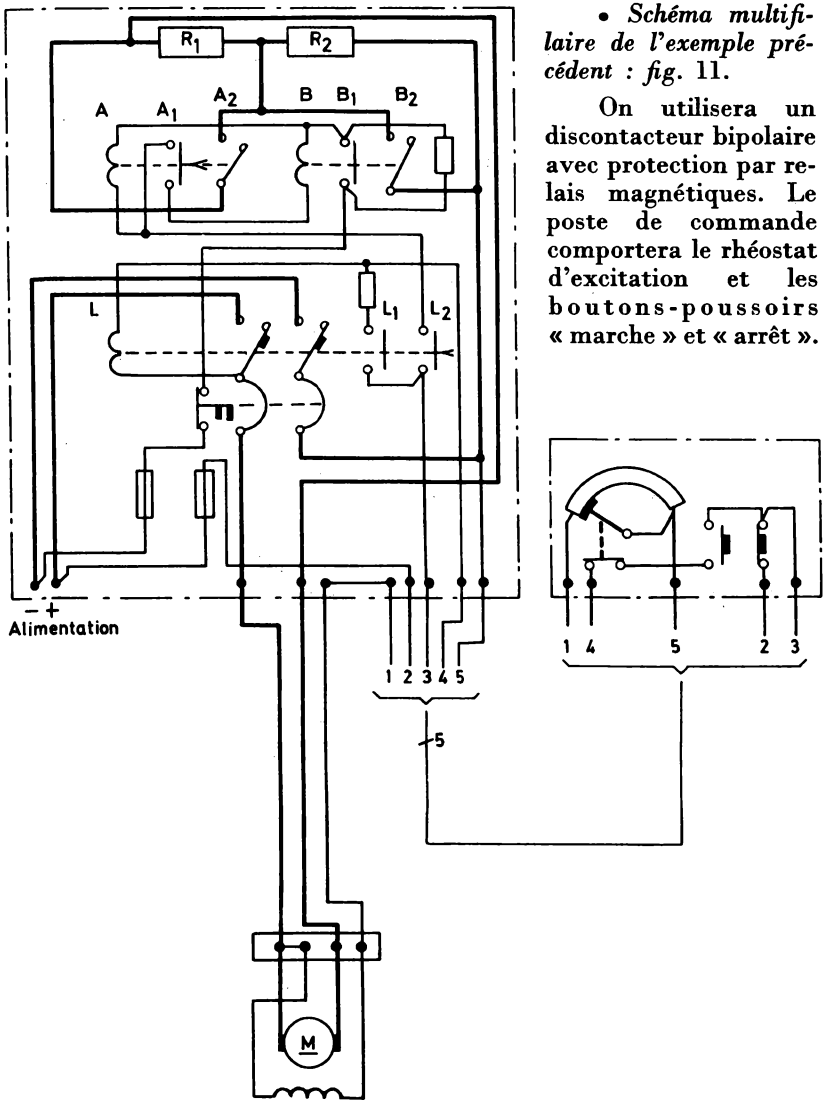


Fig. 10.

I, II. Vers appareils de commande et de protection et alimentation à courant continu.
a. Contact auxiliaire permettant le démarrage lorsque l'inducteur est alimenté par la tension totale du secteur.
Il s'ouvre dès que le curseur n'est plus dans la position de la figure.



• *Schéma multifilaire de l'exemple précédent : fig.* 11.

On utilisera un discontacteur bipolaire avec protection par relais magnétiques. Le poste de commande comportera le rhéostat d'excitation et les boutons-poussoirs « marche » et « arrêt ».

Fig. 11.

Remarque. – Nous avons conservé, volontairement et comme exemple, les anciens symboles.

◆ **Démarrage semi-automatique** : deux sens de marche.

• *Fonction à remplir.* L'action sur un poste de commande doit sélectionner le sens de marche (AV ou AR) avec mise sous tension directe de l'inducteur et progressive de l'induit.

L'inversion du sens de rotation s'obtient en inversant le sens du courant dans l'induit. Il est donc nécessaire d'utiliser un discontacteur inverseur et un démarreur automatique.

• *Représentation développée.*

La *figure* 12 représente le schéma développé du circuit principal (induit et inducteur) et la *figure* 13 celui du circuit de commande.

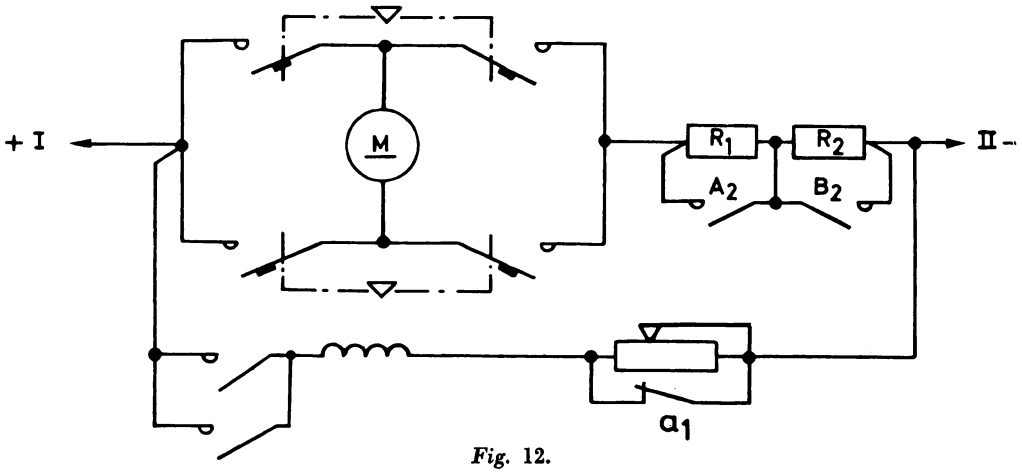


Fig. 12.

I, II. Vers appareils de commande et de protection et alimentation à courant continu. Le contact a_1 court-circuite le rhéostat d'excitation pendant le démarrage.

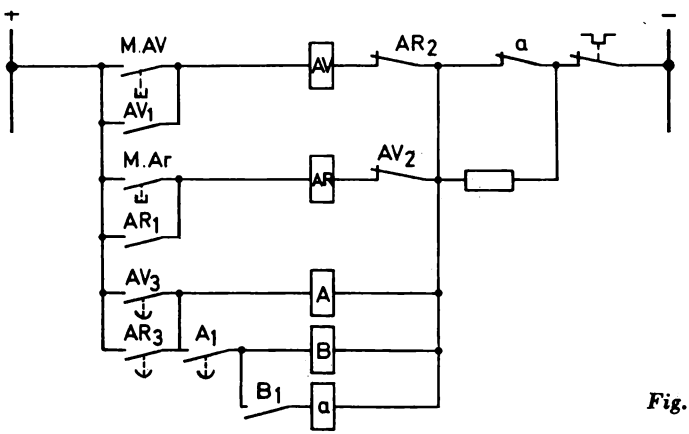


Fig. 13.

7.2.3. - MOTEUR A EXCITATION EN SÉRIE

◆ **Démarrage manuel** : un sens de marche.

• *Représentation développée.*

Montage du moteur avec rhéostat de démarrage et rhéostat d'excitation : *fig.* 1.

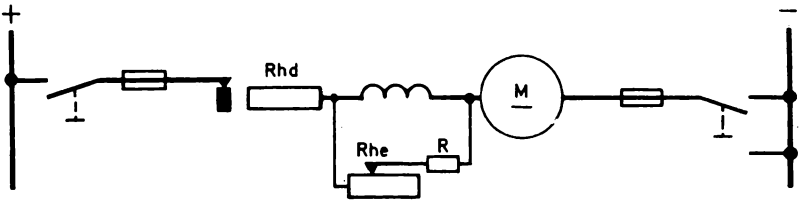
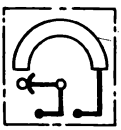
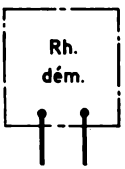
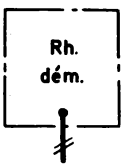
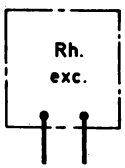
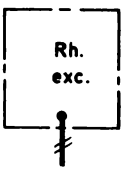
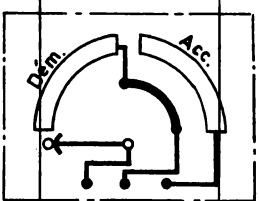


Fig. 1.

R. Résistance de protection évitant l'emballement du moteur lorsque la manette, placée à l'extrémité gauche de Rhe, court-circuite l'inducteur (Φ tendant vers 0).

• *Appareils utilisés : tableau* 2.

TABLEAU 2

DÉSIGNATION	SYMBOLES POUR SCHÉMAS		
	MULTIFILAIRES	MULTIFILAIRES SIMPLIFIÉS	UNIFILAIRES
Rhéostat de démarrage.			
Rhéostat d'excitation.			
Démarreur-accélérateur.			

• *Exemple de démarrage d'un moteur série par élimination de résistances à l'aide d'un combinateur : fig.* 3.

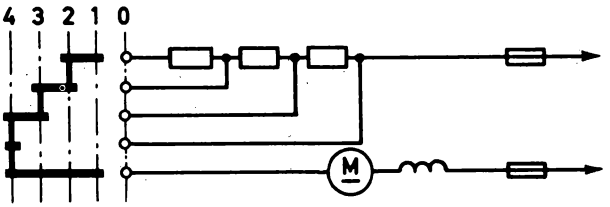


Fig. 3.

◆ **Démarrage manuel :** deux sens de marche.

Comme pour le moteur à excitation en dérivation la solution généralement adoptée consiste à inverser le sens du courant dans l'induit en utilisant un inverseur bipolaire.

Il est possible d'utiliser un démarreur inverseur (*fig.* 4).

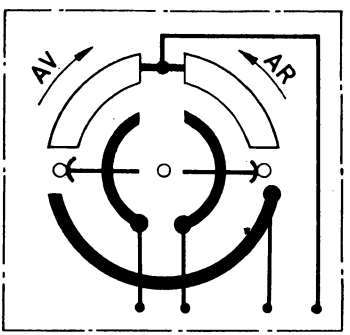


Fig. 4.

◆ **Démarrage semi-automatique** : un sens de marche.

La *figure* 5 représente le schéma développé du circuit principal d'un moteur série dont le démarrage s'effectue automatiquement en trois temps, le réglage de la vitesse étant assuré manuellement.

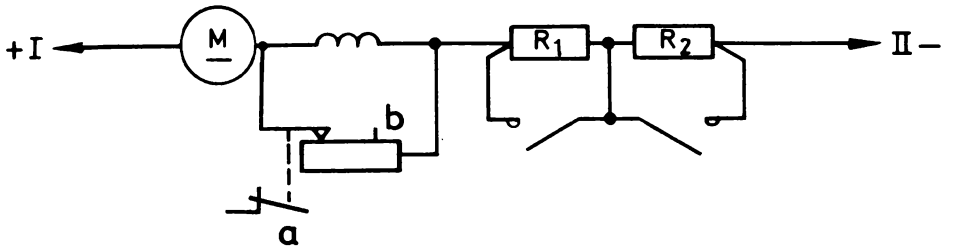


Fig. 5.

a. Contact de sécurité.
b. Limitation de la course.

◆ **Démarrage semi-automatique** : deux sens de marche.

• *Circuit principal* (démarrage en trois temps) : *fig.* 6.

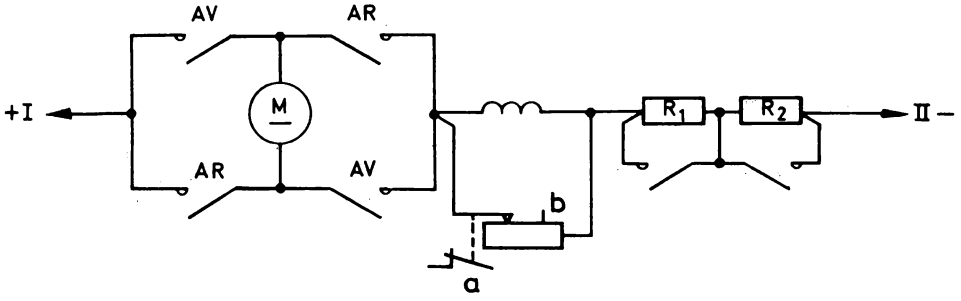


Fig. 6.

7.2.4. - MOTEUR A EXCITATION COMPOSÉE (compound).

◆ **Démarrage manuel** : un sens de marche.

• *Représentation développée : fig.* 1.

• *Appareils utilisés.* Les rhéostats utilisés dans le cas d'une commande manuelle sont identiques à ceux utilisés pour les moteurs à excitation en dérivation.

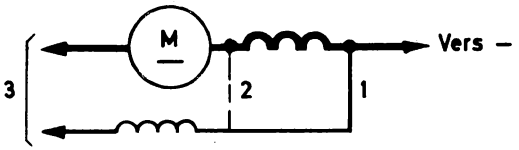


Fig. 1.

1. Longue dérivation.
2. Courte dérivation.
3. Schéma identique à celui du moteur à excitation en dérivation (*fig.* 3, page 194).

◆ **Démarrage manuel** : deux sens de marche.

L'inversion du sens de rotation s'effectue, comme le moteurs précédents, en inversant seulement le sens du courant dans l'induit. Pour ne pas changer le compoundage de la machine, le sens du courant doit rester le même dans les deux inducteurs.

◆ **Démarrage semi-automatique** : un et deux sens de marche.

Les schémas développés du circuit principal et du circuit de commande sont identiques à celui des moteurs à excitation en dérivation ; l'enroulement série doit être ajouté.

◆ **Exemple d'application.**

Les *figures* 2 *et* 3 représentent les schémas multifilaire et unifilaire de l'installation d'un moteur à excitation composée comprenant un démarreur-inverseur à commande manuelle et un rhéostat d'excitation.

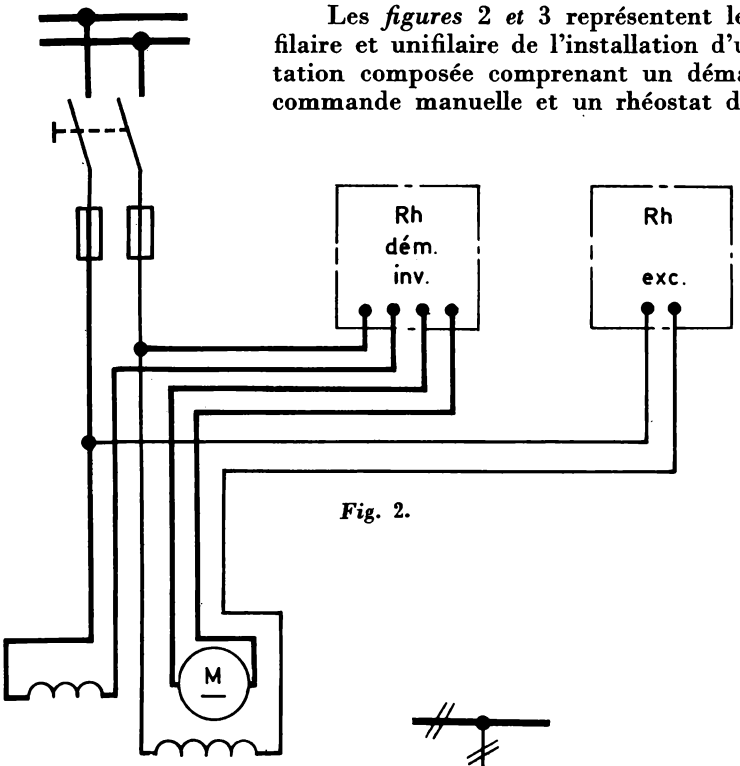


Fig. 2.

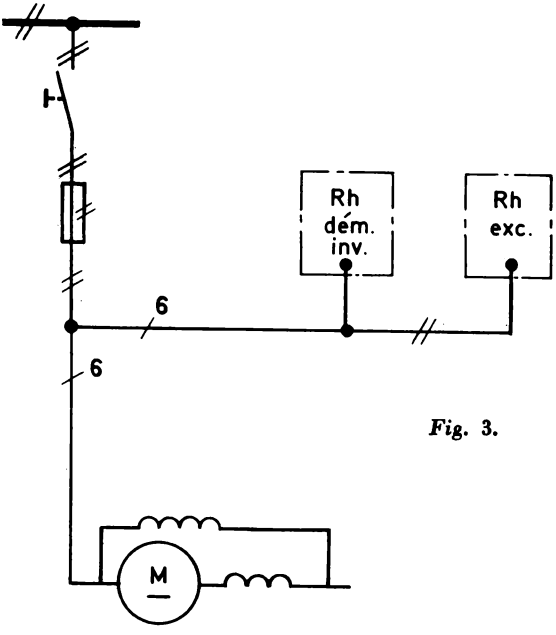


Fig. 3.

7.3. - Génératrices à courant continu

Les conditions principales de fonctionnement de ces génératrices sont :

— l'entraînement de l'induit à une vitesse constante (moteur électrique, moteur à combustion, turbine, etc.) ;

— l'amorçage ;

— la régulation de la f.e.m. afin de maintenir une tension sensiblement constante quel que soit le débit demandé (action sur rhéostat d'excitation) ;

— la protection électrique des circuits (disjoncteur).

7.3.1. - PRINCIPAUX SYMBOLES GRAPHIQUES

Les symboles utilisés pour les génératrices à courant continu sont les mêmes que ceux indiqués dans le *tableau* 2 (page 206) pour les moteurs à courant continu. Seule la lettre M devient G.

La *figure* 1 donne un exemple de représentation d'une génératrice à courant continu, à excitation en dérivation, à deux conducteurs, 220 V, 20 kW.

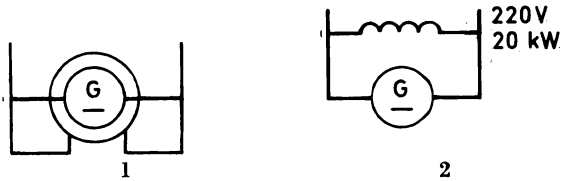


Fig. 1.
1. Représentation en forme I.
2. Représentation en forme II.

7.3.2. - GÉNÉRATRICE A EXCITATION EN DÉRIVATION

◆ **Représentation développée** : *fig.* 2.

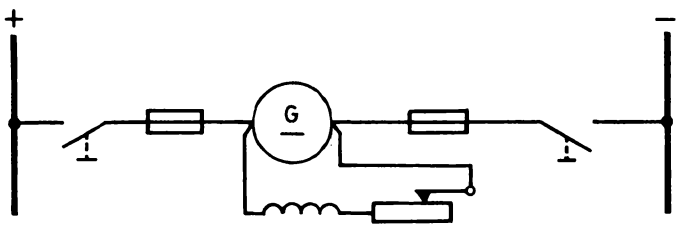


Fig. 2.

◆ **Représentation multifilaire.** La *figure* 3 représente l'installation d'une génératrice entraînée par un moteur, qui comprend :

- un *disjoncteur à commande directe* par électro-aimant (commandé par un interrupteur), deux déclencheurs électromagnétiques directs.

— *deux coupe-circuits à fusible ;*
— *un ampèremètre et un voltmètre ;*
— *un rhéostat d'excitation à commande manuelle.*

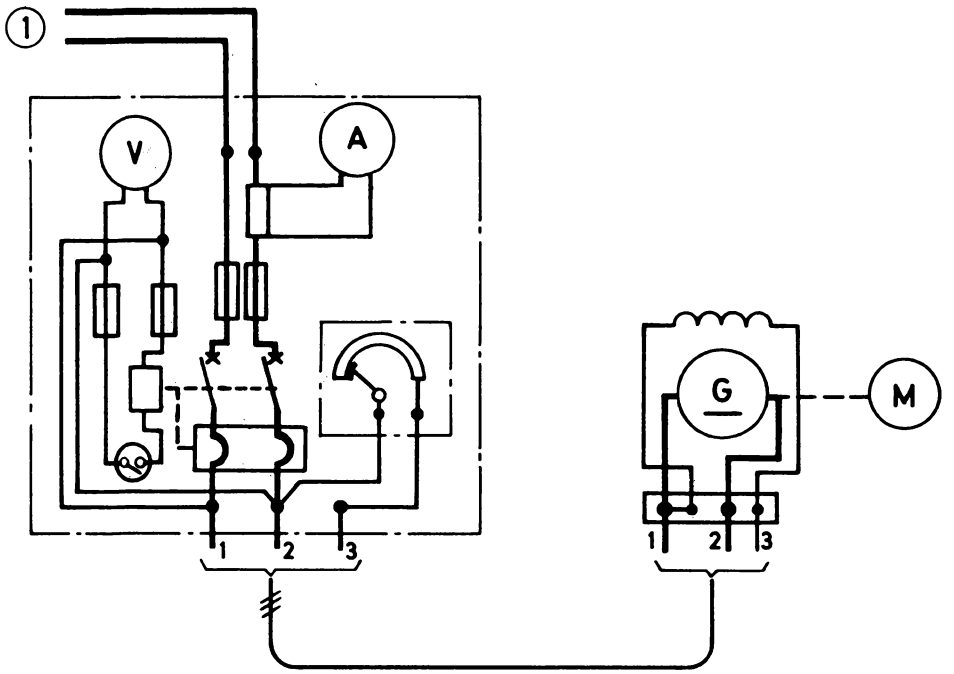


Fig. 3.
1. Barres de distribution.

◆ **Exemple d'application** : couplage de deux génératrices à excitation en dérivation, en parallèle : *fig.* 4.

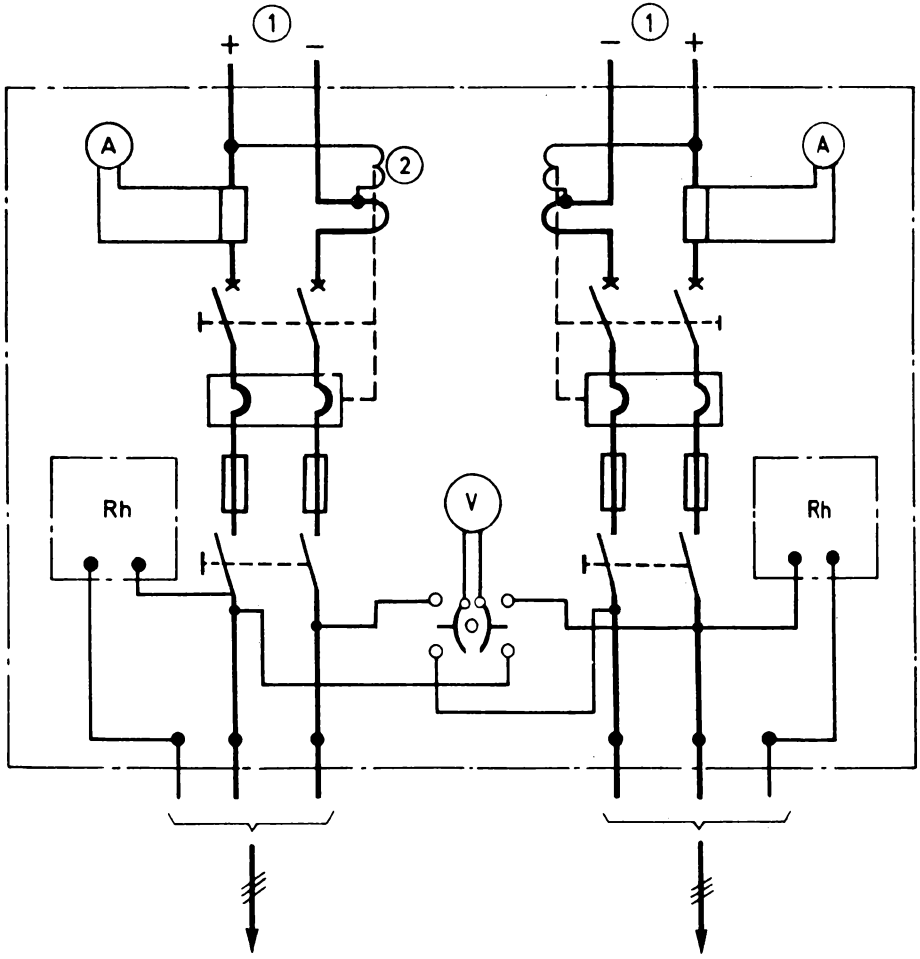


Fig. 4.

1. Barres de couplage et de distribution.
2. Relais de protection contre un retour de courant (marche en moteur).

7.3.3. - GÉNÉRATRICE A EXCITATION COMPOSÉE

◆ **Représentation développée** : *fig.* 5.

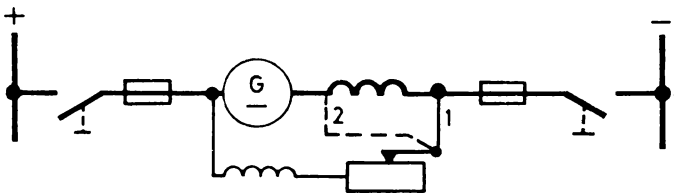


Fig. 5.

1. Longue dérivation.
2. Courte dérivation.

◆ **Exemples d'application** : Couplage en parallèle de deux génératrices à excitation composée. Schéma développé : *fig.* 6.

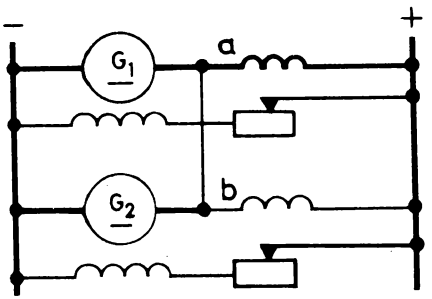


Fig. 6.

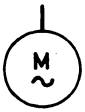
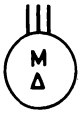
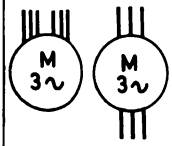
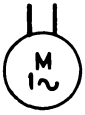
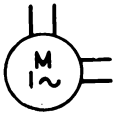
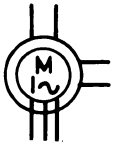
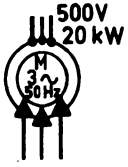
ab. Barre d'équilibre permettant de maintenir les points *a* et *b* au même potentiel.

7.4. - Machines asynchrones (à induction)

7.4.1. - PRINCIPAUX SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

Comme pour les machines à courant continu, nous utiliserons les symboles avec l'indication des bornes. Un cercle intérieur doit être dessiné lorsque le rotor comporte des connexions extérieures.

TABLEAU 1

Désignation	Symbole (Forme I)	Désignation	Symbole (Forme I)
◆ **Moteur asynchrone :**		◆ **Moteur asynchrone triphasé :**	
• à rotor en court-circuit : symbole général.		• à rotor en court-circuit (et, par exemple, stator en triangle).	
• à rotor bobiné : symbole général.		• à rotor en court-circuit, avec six bornes sorties du stator (deux variantes 1 et 2).	
◆ **Moteur asynchrone monophasé :**			
• à rotor en court-circuit, sans bornes sorties pour phase auxiliaire.		• à rotor à bagues.	
• à rotor en court-circuit, avec bornes sorties pour phase auxiliaire.		• à stator monté en étoile, avec démarreur automatique dans le rotor.	
• à rotor à bagues, avec bornes sorties pour phase auxiliaire.		Indications sur un symbole de machine asynchrone des bornes, des balais et des données numériques.	
• à rotor à bagues, avec bornes sorties pour phase auxiliaire.		*Exemple* : moteur asynchrone triphasé, à rotor à bagues, 500 V, 20 kW, 50 Hz.	

7.4.2. - MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ A ROTOR EN COURT-CIRCUIT

La *figure* 2 représente la disposition des enroulements du stator sur la plaque à bornes du moteur.

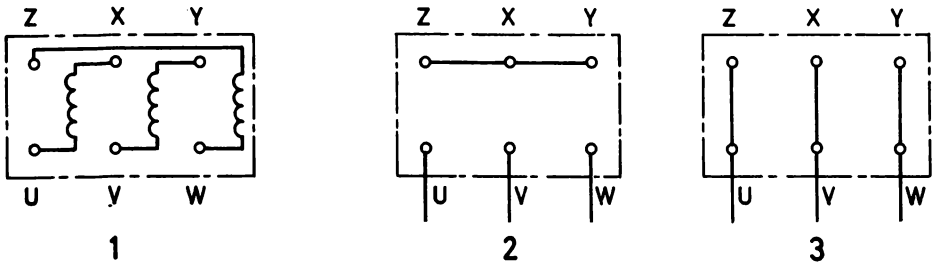


Fig. 2.
1. Disposition des enroulements du stator.
2. Couplage des enroulements en Y
3. Couplage des enroulements en Δ.

7.4.2.1. - Démarrage direct, un sens de rotation.

◆ **Démarrage manuel.**

La *figure* 3 représente le schéma multifilaire de la commande d'un moteur comprenant un appareil d'établissement et d'interruption du courant (interrupteur tripolaire) et un appareil de protection (coupe-circuits à fusibles).

La *figure* 4 donne la représentation unifilaire pour l'installation du même moteur.

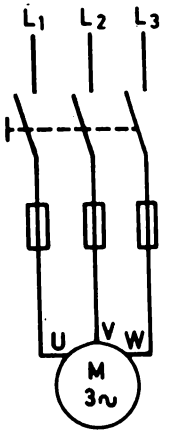


Fig. 3.

Fig. 4.

◆ **Démarrage semi-automatique** : *fig.* 5.

On utilise un discontacteur tripolaire pour l'alimentation et la protection du moteur. Le circuit de commande du discontacteur peut comprendre un bouton « marche » et un bouton « arrêt ».

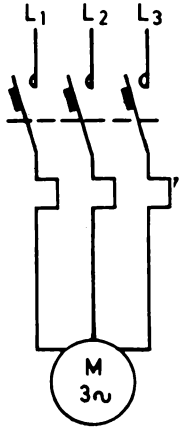


Fig. 5. — Représentation du circuit principal. Protection du moteur par relais thermiques.

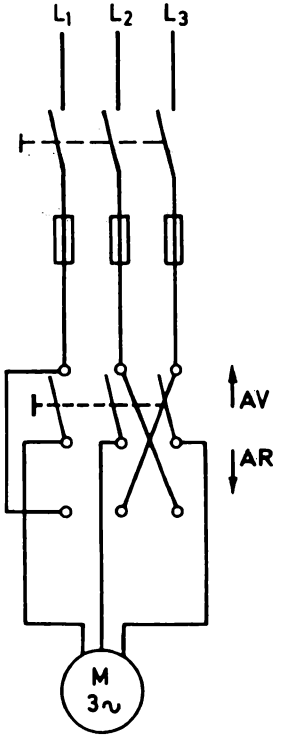


Fig. 6.

7.4.2.2. - Démarrage direct, deux sens de rotation.

◆ **Démarrage manuel** : *fig.* 6.

L'inversion du sens de rotation s'obtient en utilisant un inverseur.

◆ **Démarrage semi-automatique.**

La *figure* 7 donne un exemple de représentation semi-développée dont le symbole des contacts principaux a été simplifié. On utilise un discontacteur-inverseur tripolaire. Le circuit de commande de cet appareil comprend un bouton « marche avant », un bouton « marche arrière » et un bouton « arrêt ».

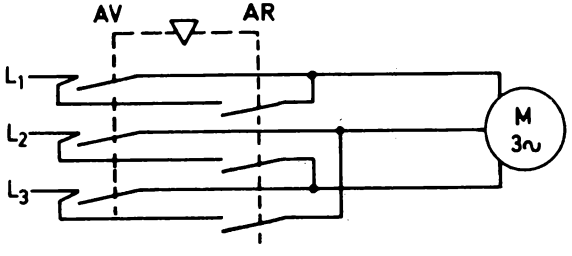


Fig. 7.

7.4.2.3. - Démarrage par élimination de résistances statoriques.

◆ **Démarrage manuel :** *fig.* 8.

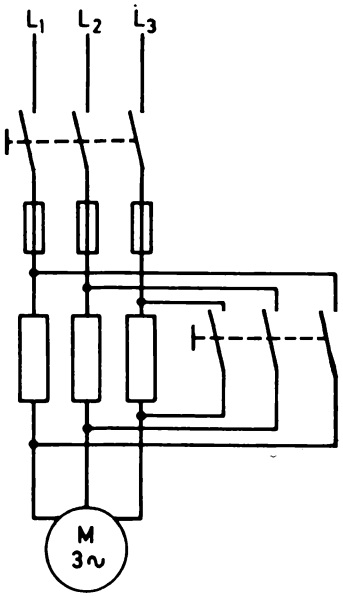


Fig. 8. — Cas d'un démarrage en deux temps.

◆ **Démarrage semi-automatique :**

— *un sens de rotation.* Représentation semi-développée simplifiée du circuit principal : *fig.* 9.

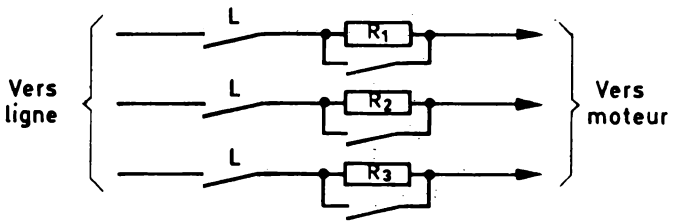
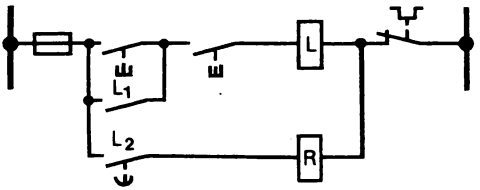


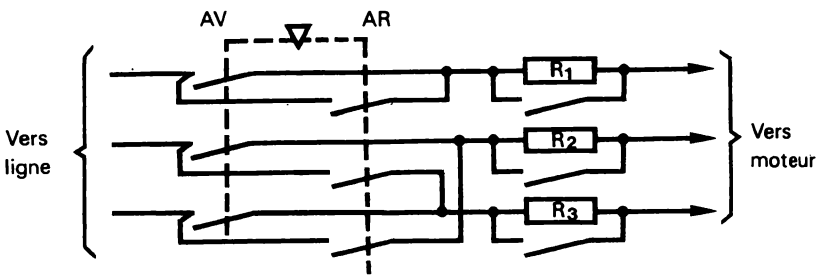
Fig. 9.

Représentation développée du circuit de commande : *fig.* 10.

— *deux sens de rotation.* Représentation semi-développée simplifiée du circuit principal : *fig.* 11.

Représentation développée du circuit de commande : *fig.* 12.





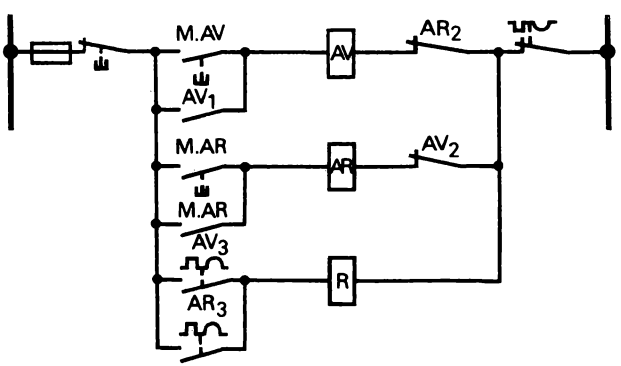


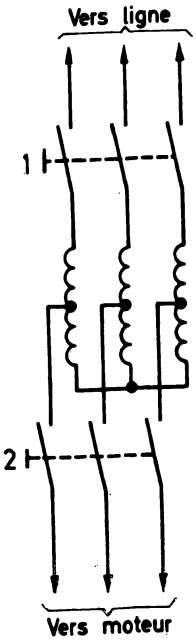
Fig. 12.

7.4.2.4. - Démarrage par autotransformateur.

◆ **Démarrage manuel,** un sens de rotation. Schéma simplifié : *fig.* 13.

◆ **Démarrage semi-automatique,** un sens de rotation. Représentation semi-développée du circuit principal : *fig.* 14.

◆ **Démarrage semi-automatique,** deux sens de rotation. Il suffit d'ajouter à la *figure* 14 un contacteur-inverseur.



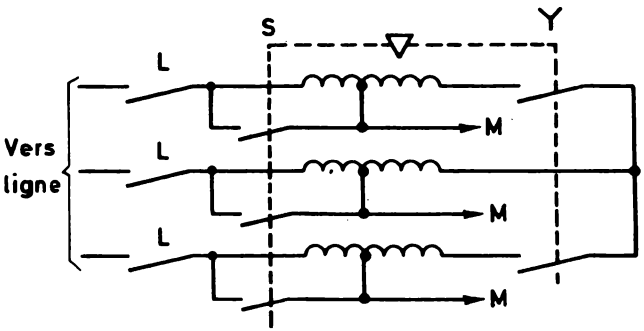
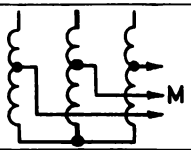
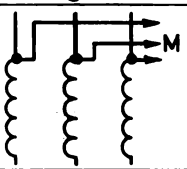


Fig. 14.

L. Contacteur de ligne.
Y. Contacteur de couplage.
S. Contacteur de shuntage permettant la mise sous tension normale du stator.

Fig. 13. — Pour le démarrage on ferme d'abord 1, puis 2.

Phases du démarrage	Conditions a remplir	Position des contacteurs	Observations
1		L = 1 Y = 1 S = 0	Alimentation par autotransformateur.
2		L = 1 Y = 0 S = 1	Alimentation directe.

7.4.2.5. - Démarrage étoile-triangle, un sens de marche.

◆ **Fonction à remplir.** Le démarrage doit s'effectuer en deux temps :

• 1er temps : couplage des enroulements du stator en étoile ;

• 2e temps : couplage en triangle, chaque enroulement étant alimenté sous la tension du réseau.

◆ **Représentation semi-développée simplifiée du circuit statorique :** *fig.* 15.

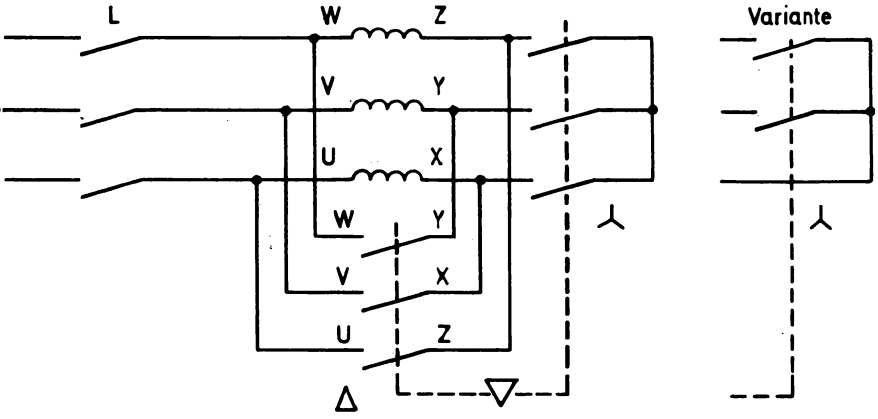


Fig. 15. — Au démarrage les contacteurs L + ⅄ doivent s'enclencher. Après un certain temps ⅄ s'ouvre et Δ se ferme (L est toujours fermé).

◆ **Représentation développée** du circuit de commande correspondant au cas précédent. La *figure* 16 donne un exemple de montage.

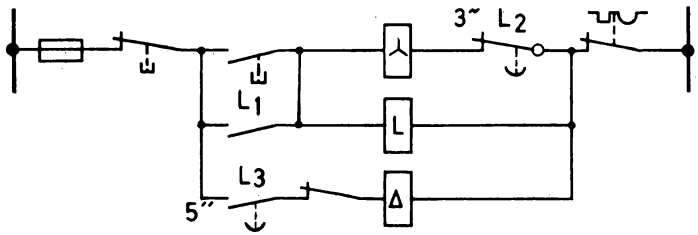


Fig. 16.

7.4.2.6. - Démarrage étoile-triangle, deux sens de marche.

On utilise un discontacteur-inverseur (choix du sens de rotation) et deux contacteurs permettant de provoquer le déroulement automatique et chronologique des opérations de couplage étoile-triangle.

7.4.2.7. - Fonctionnement du moteur à deux vitesses par couplage des bobines.

◆ **Modes de couplage.**

Fig. 17. Couplage triangle-série (petite vitesse) et étoile-parallèle (grande vitesse).

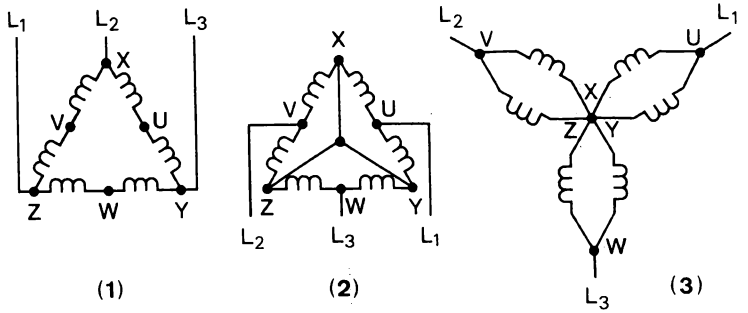


Fig. 17.

(1) Couplage triangle-série.
(2) Couplage étoile-parallèle.
(3) Couplage étoile-parallèle (variante).

Fig. 18. Couplage étoile-série (petite vitesse) et double étoile (grande vitesse).

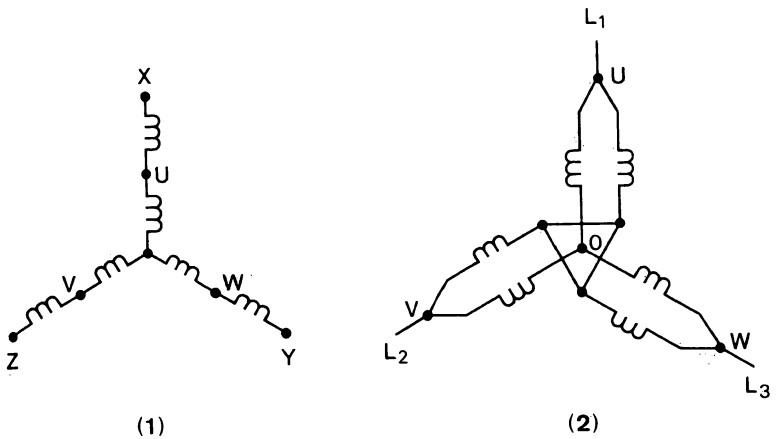


Fig. 18.

(1) Couplage étoile-série.
(2) Couplage double-étoile.

◆ **Représentation multifilaire du circuit de puissance d'un démarreur** (cas de couplage triangle-série, étoile-parallèle) : *fig.* 19.

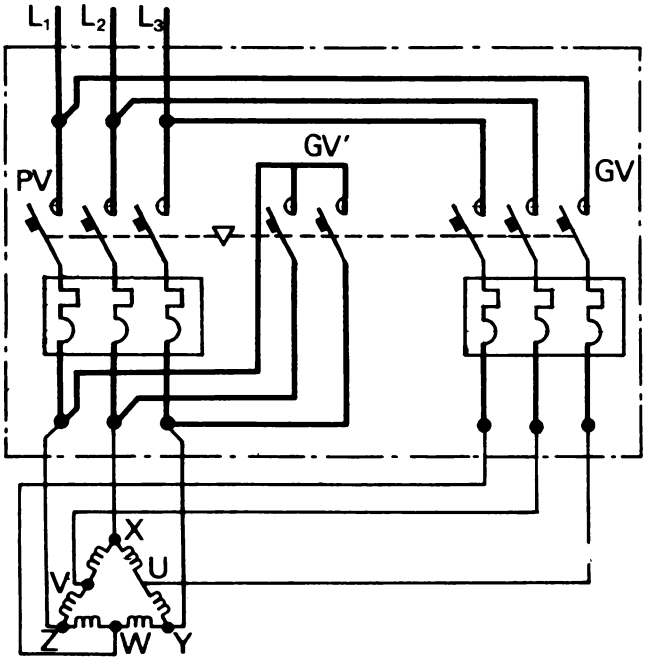


Fig. 19.

PV : contacteur petite vitesse.

GV, GV' : contacteurs grande vitesse commandés soit ensemble à l'aide d'une seule bobine, soit séparément, chacun avec une bobine (branchement de 2 bobines en parallèle).

▽ : verrouillage mécanique des contacteurs PV, GV et GV'.

◆ **Représentation développée du circuit de commande** : *fig.* 20.

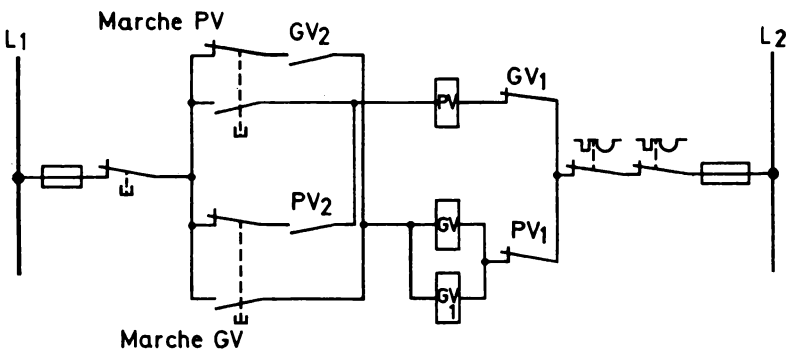


Fig. 20.

7.4.3. - MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ A ROTOR A BAGUES

7.4.3.1. - Démarrage manuel.

La *figure* 1 représente le schéma de démarrage manuel d'un moteur comprenant :

— **pour le stator** : les appareils d'établissement et d'interruption de courant ;

— **pour le rotor** : un rhéostat triphasé permettant d'éliminer progressivement les résistances rotoriques.

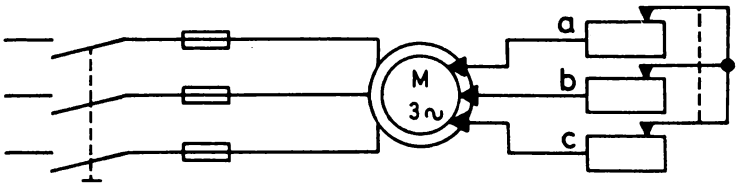
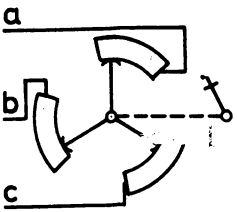


Fig. 1.



La *figure* 2 représente un rhéostat de démarrage pour moteur asynchrone triphasé à rotor bobiné manœuvré par une poignée (entraînement circulaire).

Fig. 2.

7.4.3.2. - Démarrage automatique par coupleur centrifuge.

Les résistances rotoriques, calées sur l'arbre du moteur, sont court-circuitées au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse.

La *figure* 3 représente un démarrage en 3 temps avec une commande par force centrifuge.

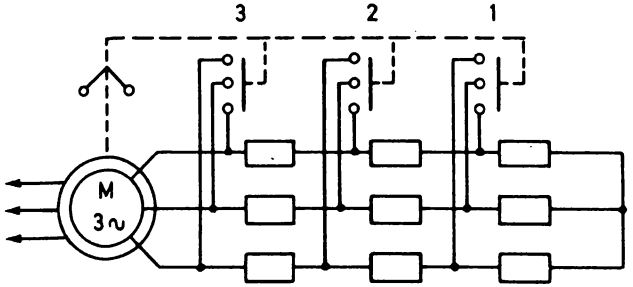


Fig. 3.
1, 2, 3. Ordre d'élimination des résistances rotoriques (utilisation volontaire d'anciens symboles).

7.4.3.3. - Démarrage par contacteurs.

L'élimination des résistances rotoriques s'effectue selon un temps prédéterminé.

La *figure* 4 donne la représentation semi-développée simplifiée du circuit principal d'un moteur dont le démarrage s'effectue en 3 temps.

Le circuit de commande correspondant à l'exemple de la *figure* 4 comprend un discontacteur pour la mise sous tension du stator et deux contacteurs d'élimination des résistances. Ceux-ci sont commandés par des contacts temporisés à la fermeture (*fig.* 5).

Dans le cas de deux sens de rotation, on place dans le circuit du stator un discontacteur-inverseur.

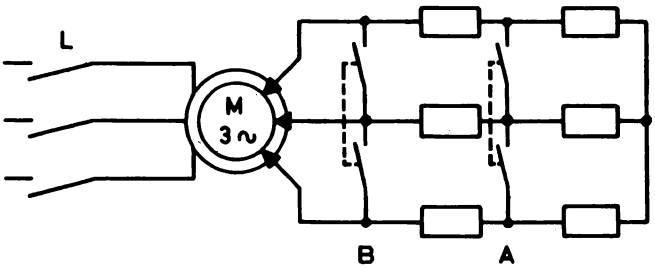


Fig. 4. — Ordre de démarrage : L, puis A, puis B.

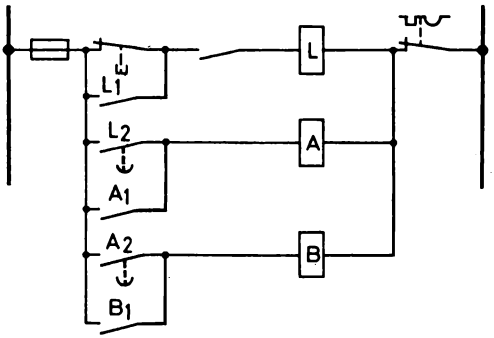


Fig. 5.

7.4.4. - MOTEURS A COURANT MONOPHASÉ

7.4.4.1. - Moteur asynchrone monophasé, rotor à cage.

La *figure* 1 représente le démarrage utilisant une inductance et une résistance et la *figure* 2 un condensateur. Dans ce dernier cas, c'est un contact à force centrifuge qui coupe l'alimentation de la phase auxiliaire dès que le moteur a atteint une vitesse déterminée.

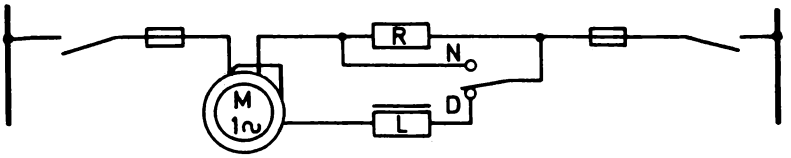


Fig. 1. — Commutateur permettant le démarrage (D) puis la marche normale (N).

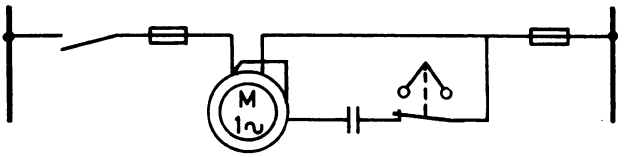


Fig. 2.

La *figure* 3 représente le schéma développé du circuit de commande d'un équipement semi-automatique.

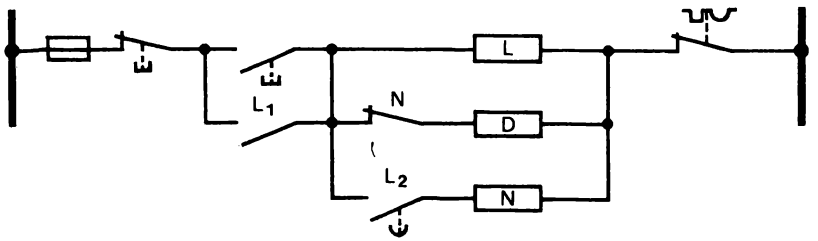


Fig. 3. — Ordre de démarrage : L + D, puis L + N.

7.4.4.2. - Moteur asynchrone monophasé, rotor à bagues.

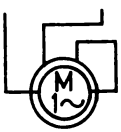
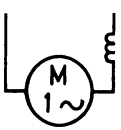
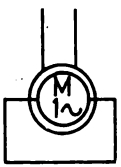
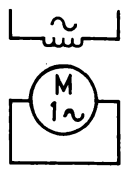
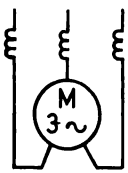
Les schémas sont identiques à ceux utilisés pour les moteurs à rotor à cage. On introduit dans le rotor un rhéostat, comme pour les moteurs à rotor bobiné.

7.4.4.3. - Moteur à collecteur.

Le *tableau* 4 indique quelques symboles utilisés pour les moteurs à collecteur monophasé.

Les schémas de montage sont très classiques.

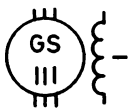
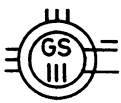
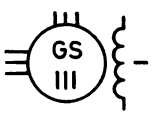
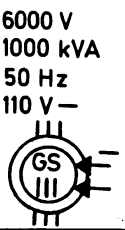
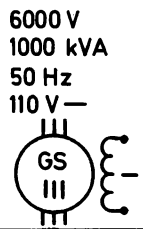
TABLEAU 4

Désignation	Symbole	
	Forme I	Forme II
◆ **Moteur à collecteur :**		
• Monophasé série.		
• Monophasé à répulsion.		
• Moteur à collecteur triphasé série.		

7.5. - Machines synchrones

7.5.1. - PRINCIPAUX SYMBOLES GRAPHIQUES : *tableau 1.*

TABLEAU 1

DÉSIGNATION	SYMBOLE	
	FORME I	FORME II
◆ **Alternateur synchrone** : symbole général.		
◆ **Moteur synchrone** : symbole général.		
◆ **Alternateur synchrone (GS) ou moteur synchrone (MS)** :		
• Triphasé, à aimant permanent.		
• Monophasé.		
• Triphasé, à induit monté en étoile, neutre non sorti.		
• Triphasé, à induit monté en étoile, à neutre sorti.		
• Triphasé à six bornes sorties.		
Indication sur un symbole de machine synchrone des bornes, des balais et de données numériques.		
Exemple : alternateur synchrone (GS) ou moteur synchrone (MS) triphasé, à six bornes sorties, 6 000 V, 1 000 kVA, 50 Hz, 110 V.		

7.5.2. - ALTERNATEURS

7.5.2.1. - Excitation des alternateurs.

◆ **Emploi d'une génératrice à excitation en dérivation** (excitatrice) pour l'alimentation de l'inducteur des alternateurs : *fig.* 2.

Le réglage s'effectue en agissant sur le courant d'excitation de l'excitatrice à l'aide d'un rhéostat de champ.

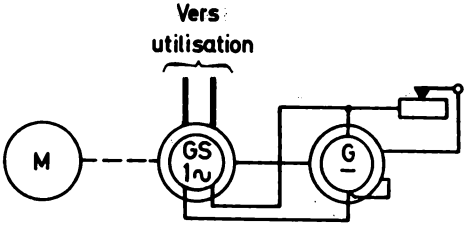


Fig. 2.

◆ **Emploi d'une génératrice pilote.**

Pour les alternateurs de grande puissance on utilise une génératrice de faible puissance (pilote) pour alimenter l'inducteur de l'excitation principale fonctionnant alors comme génératrice à excitation indépendante.

La *figure* 3 donne l'exemple d'un montage simplifié.

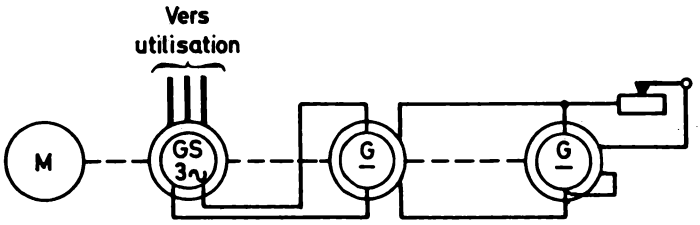


Fig. 3.

7.5.2.2. - Couplage des alternateurs.

Le couplage des alternateurs en parallèle nécessite :

— l'égalisation des tensions (voltmètres) et des fréquences (fréquencemètres) ;

— la concordance des phases (lampes, synchronoscope) ;

— l'identité dans l'ordre de succession des phases (indicateur d'ordre de phases).

La *figure* 4 représente le branchement des lampes de phase dans le cas d'un couplage à l'allumage et à l'extinction des lampes.

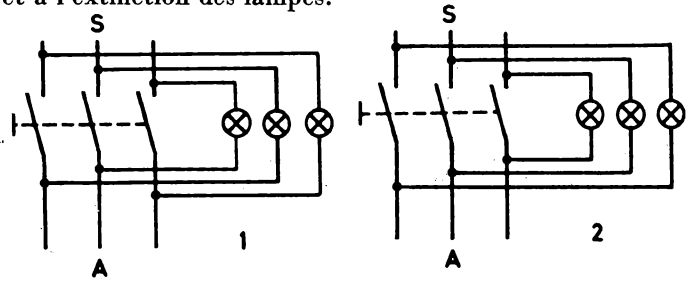


Fig. 4.

1. Couplage à l'allumage.
2. Couplage à l'extinction.

S. Secteur.
A. Alternateur.

La *figure* 5 représente le schéma multifilaire simplifié du couplage en parallèle de deux alternateurs triphasés.

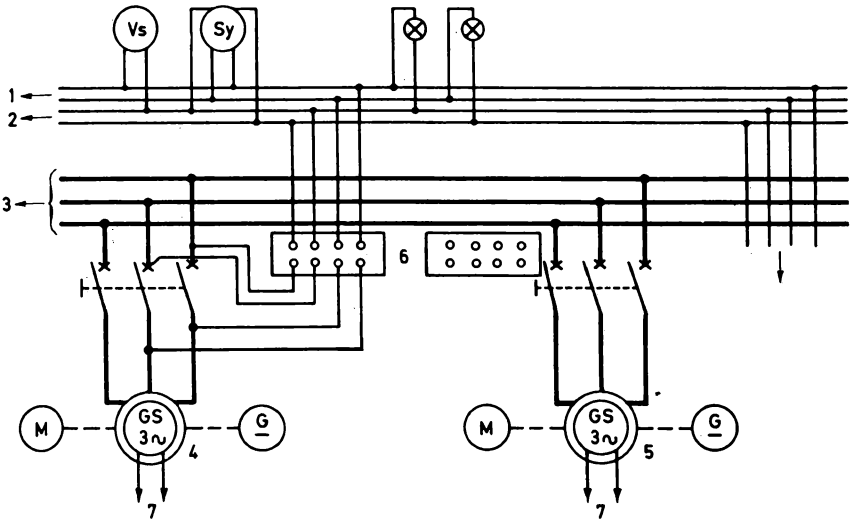


Fig. 5.

1. Barres machines.
2. Barres réseau.
3. Barres omnibus.
4. Premier alternateur.
5. Deuxième alternateur.
6. Fiche de synchronisation.
7. Vers alimentation à courant continu.

7.5.2.3. - Régulation.

On remplace le réglage manuel de la tension aux bornes d'un alternateur (rhéostat de champ) par un réglage automatique. Un régulateur de tension permet de maintenir la tension entre deux limites rapprochées.

La *figure* 6 donne l'exemple simplifié de l'installation d'un régulateur pour alternateur triphasé.

La *figure* 7 représente le dispositif statique de compoundage d'un alternateur utilisant un redresseur sec.

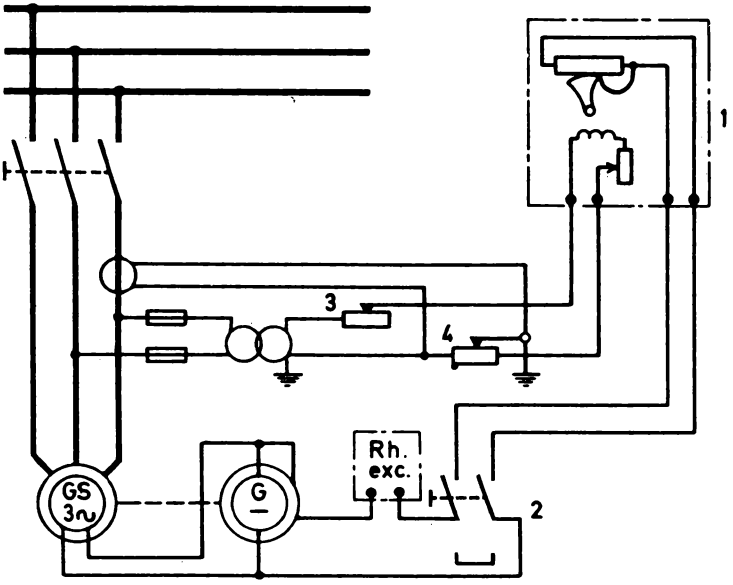


Fig. 6.

1. Régulateur de tension.
2. Commutateur d'isolement ou de mise en service du régulateur.
3. Rhéostat de mise au point.
4. Rhéostat pour compensation.

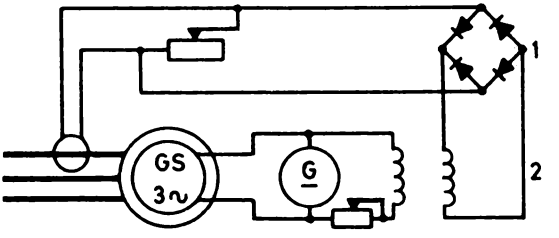


Fig. 7.

1. Redresseur.
2. Enroulement inducteur auxiliaire.

7.6. - Le freinage des moteurs[1]

Le symbole d'un frein peut être représenté par la *figure* 1.

La *figure* 2 donne l'exemple d'un moteur électrique avec frein serré et la *figure* 3 avec frein desserré.

Le freinage peut être réalisé :

– avec un *électro-frein* qui agit sur l'arbre moteur. Il est alimenté en permanence, donc desserré, pendant la rotation du moteur. A l'arrêt, il n'est plus alimenté et les mâchoires du frein serrent l'arbre :

– par *contre-courant.* Il s'effectue par inversion du sens de rotation ;

– par *injection de courant continu* dans le stator, dans le cas de moteurs à courant alternatif.

Le *tableau* 4 (page 242) précise les principaux modes de freinage utilisés pour les moteurs à courant alternatif et le *tableau* 5 (page 243) pour les moteurs à courant continu.

Les *figures* 6 *et* 7 (page 244) représentent les schémas développés du circuit principal et du circuit de commande d'un moteur à excitation en dérivation avec freinage par contre-courant.

La *figure* 8 (page 244) représente le schéma développé du circuit de commande d'un équipement correspondant à un moteur asynchrone à cage avec freinage par contre-courant (insertion de résistances statoriques) sous contrôle d'un relais chronométrique (cas du *tableau* 4).

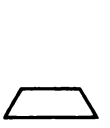


Fig. 1.

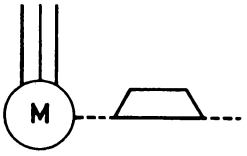


Fig. 2.

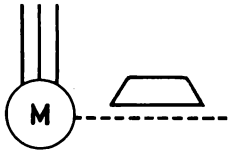


Fig. 3.

(1) Nous avons volontairement utilisé les anciens symboles.

TABLEAU 4

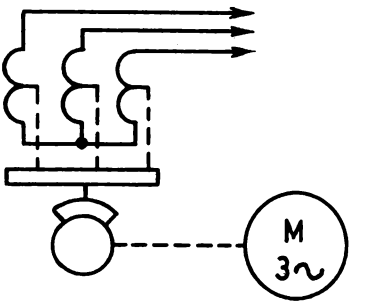
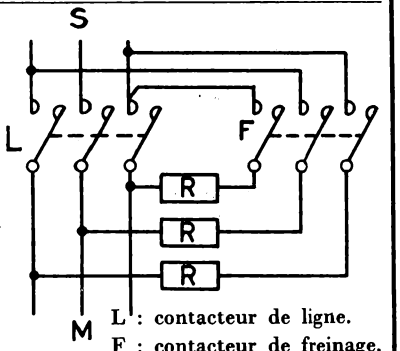
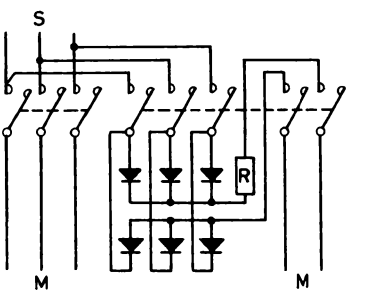
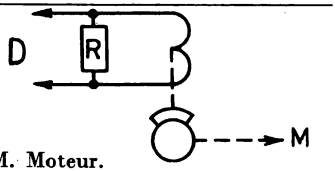
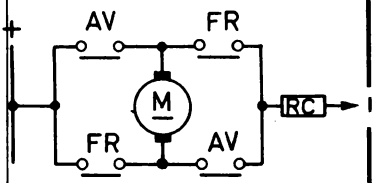
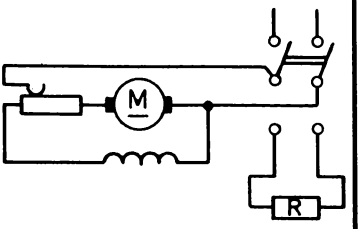
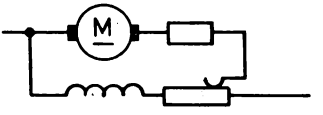
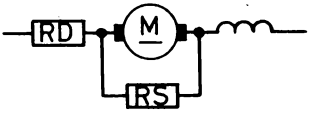
Modes de freinage	Remarques	Schémas
Par électrofrein.	A l'arrêt du moteur, le frein, non alimenté, bloque l'arbre. Pendant la rotation du moteur le frein est libéré à l'aide d'un contacteur qui alimente sa bobine, généralement branchée directement aux bornes du moteur. *Exemple :* électrofrein triphasé.	
A contre-courant. • Avec insertion de résistances statoriques.	Le sens de rotation du moteur à cage est inversé, ce qui produit un freinage énergique. Des résistances limitent l'intensité du courant. La commande peut s'effectuer par contrôle direct de l'utilisateur, par relais chronométrique, par temporisateur électronique.	 L : contacteur de ligne. F : contacteur de freinage.
• Avec insertion de résistances rotoriques.	Pour les moteurs à rotor bobiné on limite l'intensité en décourcircuitant les résistances rotoriques.	
Par injection de courant continu.	On injecte du courant continu (redresseur sec triphasé) dans le stator après coupure du circuit d'alimentation.	 R : résistance limitant le courant.

TABLEAU 5

Modes de freinage	Remarques	Schémas
Par électrofrein.	Le freinage peut s'effectuer par *émission de courant* ou à *manque de courant* (cas le plus fréquent). La bobine de l'électrofrein est alimentée en même temps que le moteur.	 M. Moteur. R. Résistance de décharge limitant l'effet d'auto-induction à la rupture du circuit. D. Vers discontacteur.
A contre-courant.	Le freinage par contre-courant consiste à changer le sens du courant dans l'inducteur ou dans l'induit avant que ce dernier ne soit arrêté. *Exemple :* inversion du sens de rotation par changement du sens du courant dans l'induit.	 RC. Résistance de contre-courant limitant l'intensité. 1. Vers rhéostat de démarrage et —
Par débit sur résistance.	Le moteur dont on coupe l'alimentation se comporte comme une génératrice. L'arrêt plus ou moins rapide s'obtient en la faisant débiter dans un circuit plus ou moins résistant. *Exemple :* moteur à excitation en dérivation.	
Potentiométrique.	La vitesse dépend de la tension appliquée aux bornes de l'induit. Le moteur série présente les caractéristiques d'un moteur à excitation en dérivation.	
Par shuntage d'induit.	Une résistance est montée en dérivation sur l'induit. *Exemple :* moteur série.	 RD. Résistance de démarrage. RS. Résistance de shuntage d'induit.

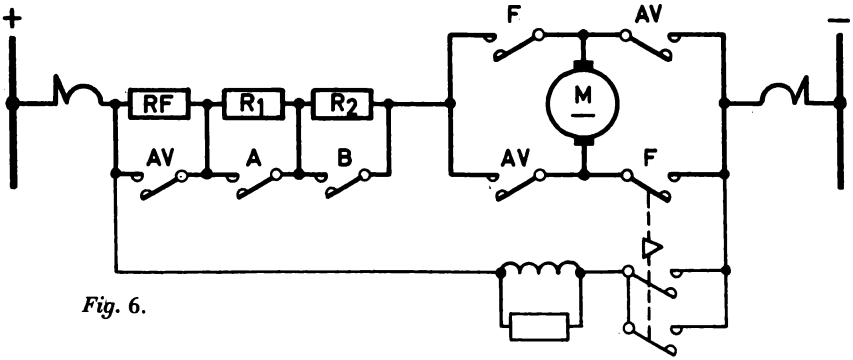


Fig. 6.

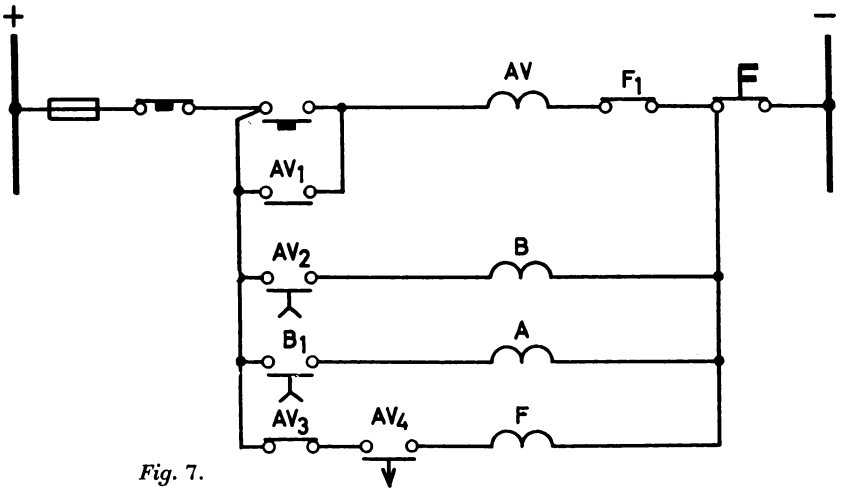


Fig. 7.

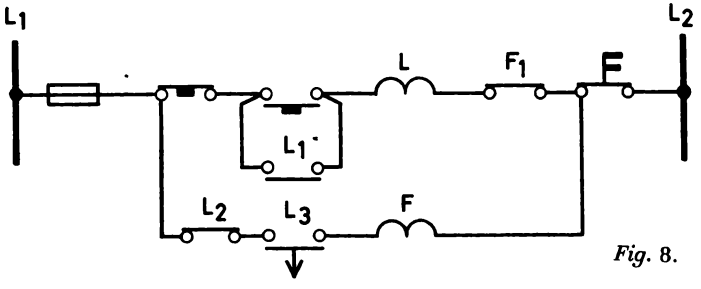


Fig. 8.

8 - Production, transformation et distribution de l'énergie électrique

8.1. - Principaux symboles graphiques

Les *tableaux* 1 et 2 (pages 246 et 247) représentent quelques symboles graphiques utilisés pour les usines, les postes, les sous-stations et les lignes et câbles (1).

TABLEAU 1

Usines, postes et sous-stations.

DÉSIGNATION	SYMBOLE	
	EN PROJET	EN SERVICE
◆ **Usine génératrice électrique** (centrale électrique) : symbole général.		
Poste électrique (sous-station), symbole général.		
◆ **Usines hydroélectriques :**		
— symbole général;		
— au fil de l'eau;		

(1) D'après la Norme NF C 03-104.

TABLEAU 1 *(suite)*

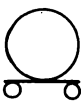
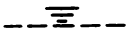
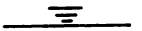
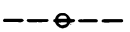
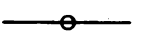
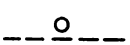
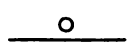
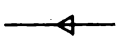
Désignation	Symbole	
	En projet	En service
◆ **Usines hydroélectriques** *(suite)* **:**		
— à accumulation;		
— marémotrice.		
◆ **Usines thermiques :**		
— symbole général;		
— à charbon ou à lignite;		
— à huile lourde ou à gaz;		
— à combustibles multiples;		
— nucléaire.		
◆ **Sous-station à redresseur.**		
◆ **Poste sur poteaux** (cas de poteaux en béton).		
◆ **Poste amovible.**		

TABLEAU 2
Lignes et câbles.

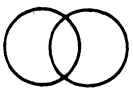
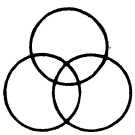
Désignation	Symbole	
	En projet	En service
◆ **Lignes et câbles :**		
— symbole général;		
— souterraine;		
— immergée;		
— aérienne en conducteurs nus;		
— aérienne en conducteurs isolés.		
◆ **Supports pour lignes aériennes :**		
— symbole général;		
— poteau en bois;		
— poteau ou pylône métallique;		
— poteau en béton.		
◆ **Boîtes pour câbles :**		
— d'extrémité; Le sommet du triangle représente l'entrée du câble dans la boîte.		
— de jonction;		
— pour une dérivation;		
— pour double dérivation (deux variantes).		

Le *tableau* 3 représente quelques symboles généraux utilisés pour la représentation des transformateurs et des bobines de réactance (1). Les symboles utilisés peuvent revêtir deux formes différentes selon le type du schéma envisagé :

— *Forme I* : chaque enroulement (primaire, secondaire, etc.) est représenté par un seul cercle, quel que soit le nombre de phases. Cette forme est recommandée pour les représentations unifilaires.

— *Forme II* : les enroulements sont représentés par le symbole d'un enroulement d'appareil. Cette forme est recommandée pour les représentations multifilaires.

TABLEAU 3 Symboles généraux.

Désignation	Symbole	
	Forme I	Forme II
◆ **Transformateur à deux enroulements.**		
Si nécessaire, le noyau ferromagnétique peut être représenté de la façon suivante :		
— transformateur à deux enroulements :		
• avec noyau ferromagnétique;		
• avec noyau ferromagnétique présentant un entrefer.		
◆ **Transformateur à trois enroulements.**		
◆ **Autotransformateur.**		
◆ **Bobine de réactance :**		
— à circuit magnétique;		
— à circuit magnétique avec entrefer;		
— à écran électromagnétique;		
— à écran électrostatique.		

(1) D'après la Norme NF C 03-102.

Les *tableaux*, 4, 5 et 6 donnent quelques exemples de représentation des transformateurs, des autotransformateurs et des régulateurs à induction.

TABLEAU 4

Transformateurs.

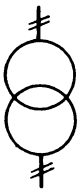
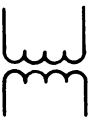
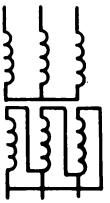
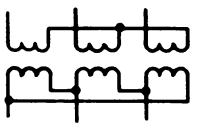
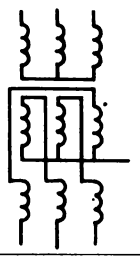
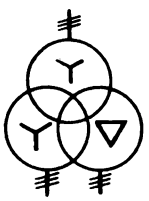
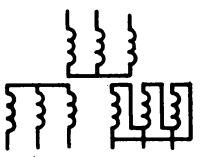
Désignation	Symbole	
	Forme I	Forme II
◆ **Transformateur monophasé, à deux enroulements séparés.** *Exemple :* 10 000/500 V, 250 kVA, 50 Hz. Tension de court-circuit : 4 %.		
◆ **Transformateur triphasé à deux enroulements.** *Exemple :* 60 000/10 000 V, 4 000 kVA, 50 Hz. Couplage Y d 11. Tension de court-circuit : 7,5 %.		
◆ **Groupe de trois transformateurs monophasés à deux enroulements.** *Exemple :* couplage étoile-triangle.		
◆ **Transformateur triphasé à deux enroulements.** *Exemple :* couplage étoile-zigzag.		
◆ **Transformateur triphasé à trois enroulements.** *Exemple :* couplage étoile-étoile-triangle.		

TABLEAU 5
Autotransformateurs.

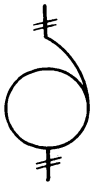
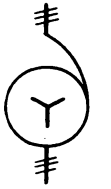
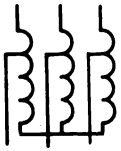
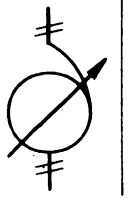
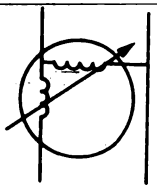
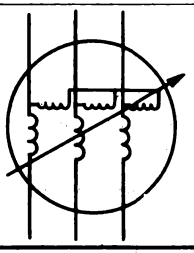
Désignation	Symbole	
	Forme I	Forme II
◆ **Autotransformateur monophasé.**		
◆ **Autotransformateur triphasé.** *Exemple :* couplage étoile.		
◆ **Autotransformateur monophasé à réglage progressif de la tension.**		

TABLEAU 6
Régulateurs à induction.

Désignation	Symbole	
	Forme I	Forme II
◆ **Régulateur à induction monophasé.**		
◆ **Régulateur à induction triphasé.**		

Le *tableau* 7 représente quelques symboles élémentaires utilisés pour les appareils de séparation et de coupure, les commutateurs et les appareils de protection contre la surtension.

TABLEAU 7

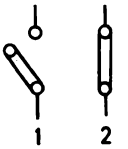
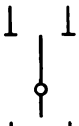
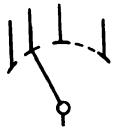
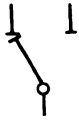
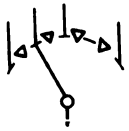
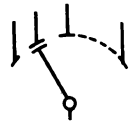
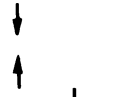
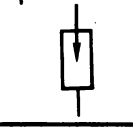
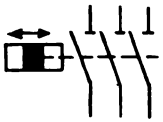
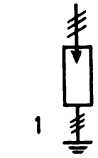
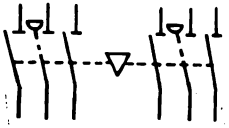
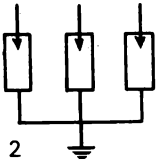
DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE
Sectionneur.		**Barrette de connexion :**	
Interrupteur-sectionneur.		— ouverte 1;	
Disjoncteur-sectionneur.		— fermée 2.	
Sectionneur bidirectionnel :		**Contact de commutateur à plusieurs directions** (appareils ne devant être manœuvrés qu'à vide) :	
— avec position de séparation;		— sans position intermédiaire entre les directions successives,	
— avec chevauchement.		— avec position intermédiaire.	
Sectionneur avec coupe-circuit à fusible incorporé.		— avec chevauchement.	
Interrepteur-sectionneur avec coupe-circuit à fusible incorporé.		**Eclateur.**	
		Parafoudre.	

TABLEAU 7 *(suite)*

DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE
		EXEMPLES D'APPLICATION	
Sectionneur tripolaire à commande pneumatique à double effet.		**Parafoudre sur réseau triphasé :** — représentation unifilaire 1;	
Ensemble de deux sectionneurs tripolaires : verrouillés mécaniquement entre eux, à commande par anneau pour perche.		— représentation multifilaire 2.	

8.2. - Exemples de quelques types d'équipement de postes de transformation [1]

Postes d'abonnés établis à l'intérieur d'un bâtiment et raccordés à un réseau de distribution de deuxième catégorie.

8.2.1. - POSTE AVEC COMPTAGE EN BASSE TENSION, à un seul transformateur de puissance inférieure ou égale à 630 kVA.

Schéma type, simplifié : *fig.* 8.

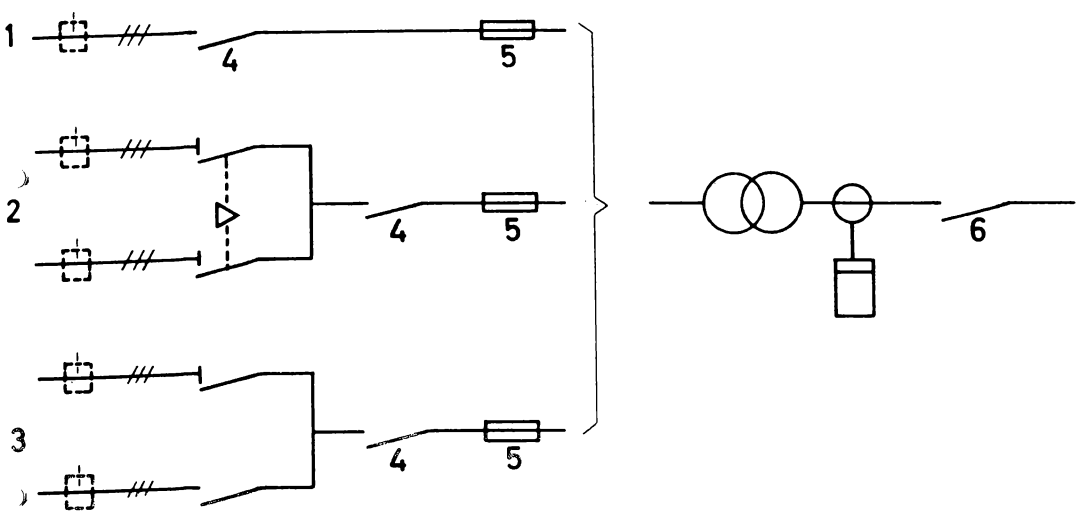


Fig. 8. — Trois variantes suivant le mode d'alimentation en H.T.

1. Simple dérivation.
2. Double dérivation.
3. Coupure d'artère.

⌐┤ indicateur de court-circuit (éventuellement).

4. Interrupteur à commande mécanique avec dispositif cadenassable.
5. Coupe-circuit à fusibles à haute tension à haut pouvoir de coupure.
6. Dispositif cadenassable à coupure visible.

(1) D'après la Norme NF C 13-100.

8.2.2. - POSTE AVEC COMPTAGE EN HAUTE TENSION

Schéma type, simplifié : *fig.* 9.

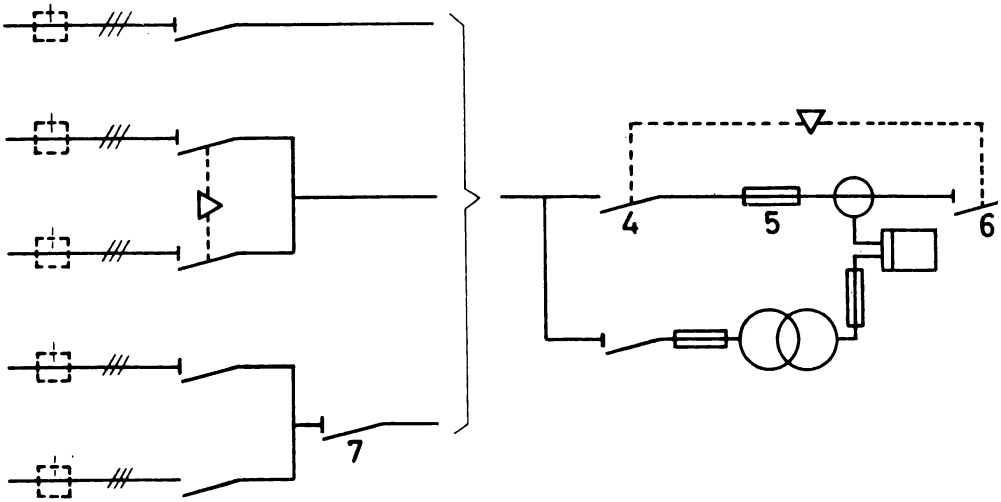


Fig. 9. — Trois variantes (voir *fig.* 8).
7. Sectionneur général de séparation.

8.2.3. - POSTE AVEC ALIMENTATION PAR LIGNE AÉRIENNE en simple dérivation, avec accès commun à l'abonné et au distributeur (comptage B.T.) : *fig. 10.*

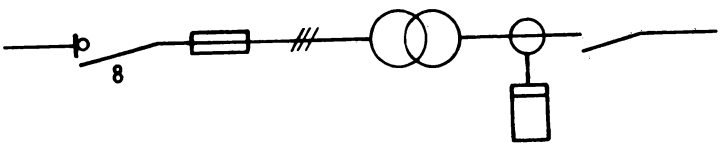


Fig. 10. — Arrivée aérienne. Simple dérivation (comptage B.T.).
8. Interrupteur-sectionneur manœuvrable par l'abonné et par le distributeur.

8.2.4. - POSTE AVEC ALIMENTATION PAR CABLE SOUTERRAIN en coupure d'artère, avec accès commun à l'abonné et au distributeur (comptage B.T.) : *fig. 11.*

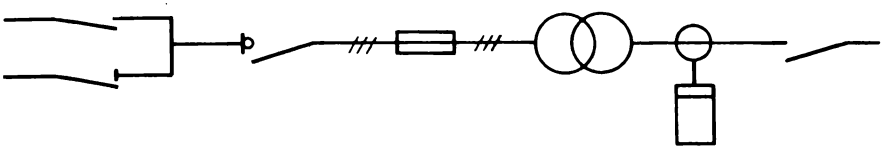


Fig. 11. — Arrivées souterraines. Coupure d'artère (comptage B.T.).

8.2.5. - POSTE AVEC ALIMENTATION PAR LIGNE AÉRIENNE en simple dérivation, avec accès commun à l'abonné et au distributeur.

L'installation de l'abonné peut comporter soit le ou les transformateurs, soit une cellule tête de câbles (comptage H.T.) : *fig.* 12.

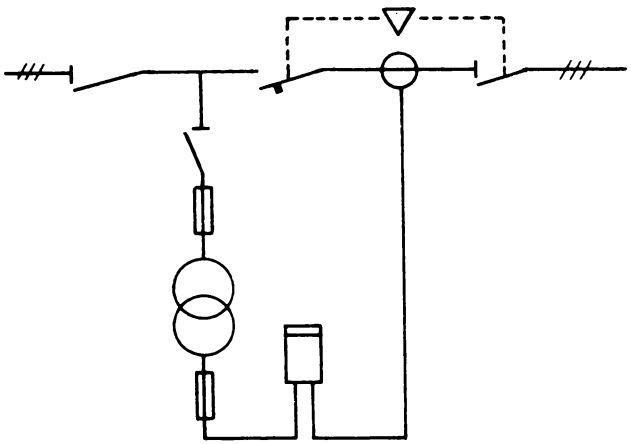


Fig. 12. — Arrivée aérienne. Simple dérivation (comptage H.T.).

8.2.6. - POSTE AVEC ALIMENTATION PAR CABLE SOUTERRAIN en coupure d'artère, avec accès commun à l'abonné et au distributeur (comptage H.T.) : *fig. 13.*

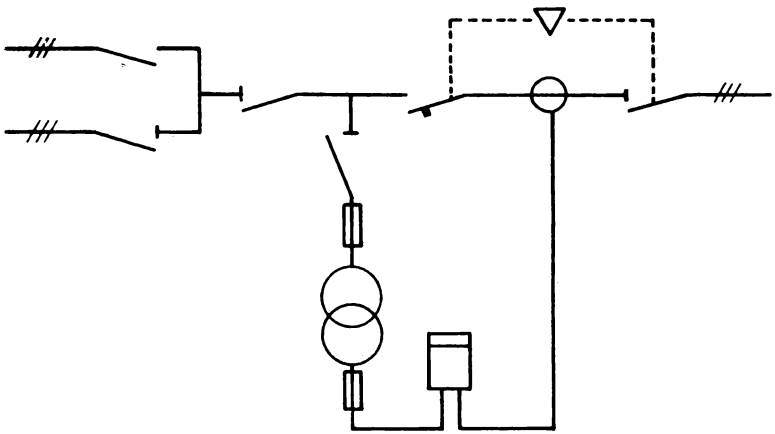


Fig. 13. — Arrivées souterraines. Coupure d'artère (comptage H.T.).

9. - Applications diverses[1]

9.1. - Installation "Normal-Secours"

Une panne de secteur, même de courte durée, risquant d'être très gênante pour certaines installations électriques (hôpitaux, sécurité...), une source de secours s'avère nécessaire pour la réalimentation.

On utilise un contacteur-inverseur « normal-secours ».

9.1.1. - CAS D'UN SECTEUR TRIPHASÉ AVEC NEUTRE ET D'UNE SOURCE DE COURANT BIPOLAIRE BRANCHÉ ENTRE LE NEUTRE ET UNE DES PHASES DU CIRCUIT D'UTILISATION (éclairage, par exemple).

La *figure* 1 représente le schéma développé et l'analyse du fonctionnement de cette installation, et la *figure* 2 le schéma des canalisations intérieures de l'appareillage du tableau recevant l'appareillage.

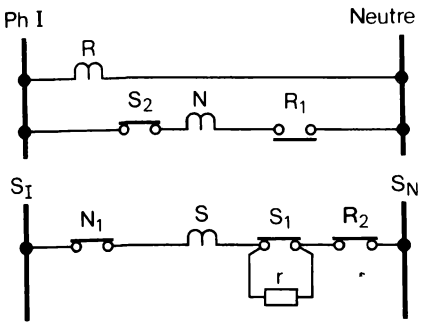


Fig. 1.

Ph 1, N - Secteur.
S_1, S_n - Arrivée « Secours ».
R - Bobine de relais alimentée par le secteur.
N, S - Bobines « Normal » et « Secours ».
r - Résistance de réduction.
Les bobines R N et S sont représentées au repos (hors tension).

SECTEUR	R	R_1	R_2	N	CONTACTS PRINCIPAUX de N	N_1	S	S_1	S_2	CONTACTS PRINCIPAUX de S	CIRCUIT D'UTILISATION
Tension normale	1	1	0 Verrouille S	1	1	0 Verrouille S	0	1	1	0	Alimenté sur secteur
Manque de tension	0	0	1	0	0	1	1	0	0 Verrouille N	1	Alimenté sur secours

(1) Nous avons volontairement utilisé les symboles encore en vigueur, mais en voie de disparition.

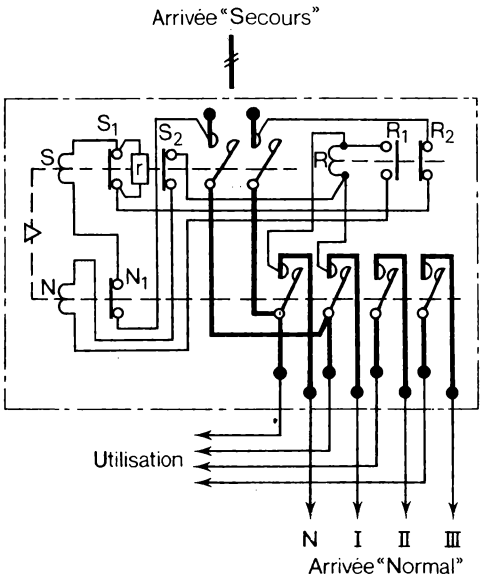


Fig. 2.

9.1.2. - CAS D'UNE SOURCE ÉMANANT D'UN ALTERNATEUR TRIPHASÉ AVEC DÉMARRAGE AUTOMATIQUE

Un manque de tension au secteur provoque le lancement d'un démarreur (moteur série) qui actionne un moteur à explosion, accouplé à un alternateur. Un interrupteur à force centrifuge coupe le circuit de démarrage dès que l'alternateur tourne à une vitesse déterminée.

Lorsque la tension nominale de l'alternateur est atteinte, le contacteur « Secours » se ferme.

La *figure* 3 représente le schéma semi-développé du circuit de commande et l'analyse du fonctionnement de l'installation.

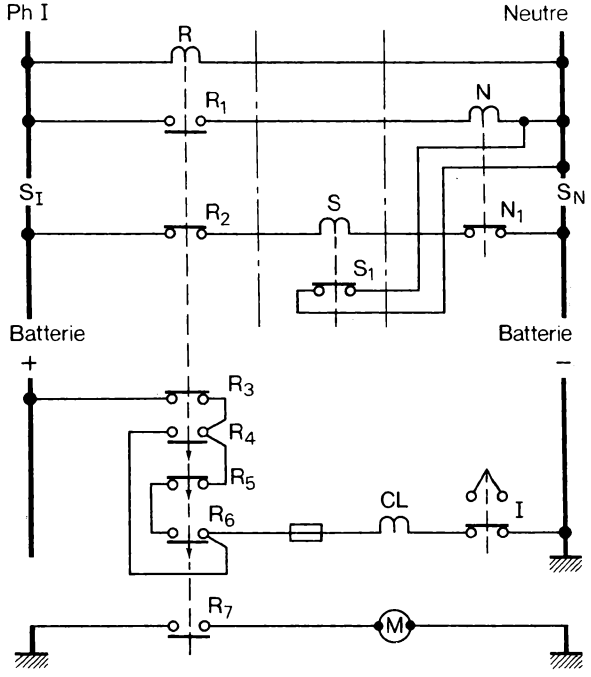


Fig. 3. — Circuit au repos, contacteurs « Normal » et « Secours » ouverts.

Ph I, N - Secteur.

S_1, S_n - Alternateur.

Batterie : pour alimentation du démarreur.

R - Relais.

N, S - Bobines « Normal » et « Secours ».

CL - Contacteur de lancement (démarreur).

M - Magnéto du moteur à explosion.

I - Interrupteur centrifuge placé sur le groupe.

SECTEUR	R	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	N	CONTACTS PRINCIPAUX de N	N_1	S	S_1	M	S_I-S_N	CL	CONTACTS DÉMARREUR	ALTERNATEUR	I	CIRCUIT D'UTILISATION
Tension normale	1	1 Verrouille S	0	0	1	0	1	1	1	1	0 Verrouille S	0	1	mise à la masse	0	0	0	0	1	Alimenté sur secteur
Manque de tension	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	En attente de branchement S_I-S_N	1	En attente de fonctionnement	0					
1er temps temporisation					1											1	1			
2e temps				1	0	1	1									1	1 2e impulsion			
3e temps							0									0 Verrouillage	0	.1	0	
												1			1					
													0 Verrouille N							Alimenté sur secours (alternateur)

9.2. - Equipement de charge d'une batterie d'accumulateurs

La *figure* 1 représente le schéma développé des circuits de commande et de protection d'un équipement comprenant :

— une génératrice à excitation en dérivation ;

— un moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit entraînant la génératrice.

La mise en marche et l'arrêt du moteur, la liaison génératrice-batterie sont effectués à l'aide de discontacteurs.

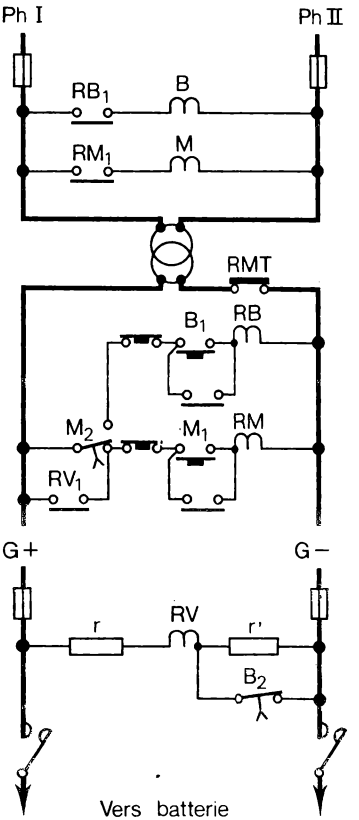


Fig. 1.

Ph I, Ph II - Secteur.
G +, G — - Génératrice.
B, M - Bobines des contacteurs « Batterie » et « Moteur ».
RB, RM - Relais « Batterie » et « Moteur ».
r, r' - Résistance de réduction de consommation.

ANALYSE DU FONCTIONNEMENT

Action sur poste de commande	RM	RM_1	M	Contacts principaux de M	M_1	M_2	Moteur	Générateur	RV	RV_1	RB	RB_1	B	B_1	B_2	Liaison génératrice-batterie
Appui momentané sur « Marche » du circuit moteur	1	1	1	1	1	1 sur RM	1	1	1	1	0	0	0	0	1 court-circuite r'	0
Temporisation						0 sur RB										
						0 sur RM										
						1 sur RB	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Appui momentané sur « Marche » du circuit générateur-batterie.						1 sur RB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temporisation															0 introduction de r'	

9.3. - Équipement des groupes électro-compresseurs

Le fonctionnement des groupes résulte de l'accomplissement des fonctions suivantes :

— la commande et le démarrage du moteur électrique d'entraînement du compresseur, suivant la pression dans le réservoir ;

— la protection du moteur contre toute surcharge d'origine électrique ou mécanique, les courts-circuits, la baisse anormale de la tension d'alimentation ou, éventuellement, la rupture d'une phase et l'inversion du sens des phases ;

— la protection du compresseur par le contrôle des dispositifs de lubrification (circulation d'huile) et de réfrigération (circulation d'eau, température) ;

— la mise à vide pendant le démarrage ;

— éventuellement, le contrôle électrique (tension, intensité) et la signalisation (mise sous tension de l'équipement, fonctionnement défectueux de la circulation d'huile).

La commande générale permet d'obtenir : la marche continue, la marche automatique ou l'arrêt.

La *figure* 1 représente le schéma développé des circuits de commande de l'équipement d'un groupe.

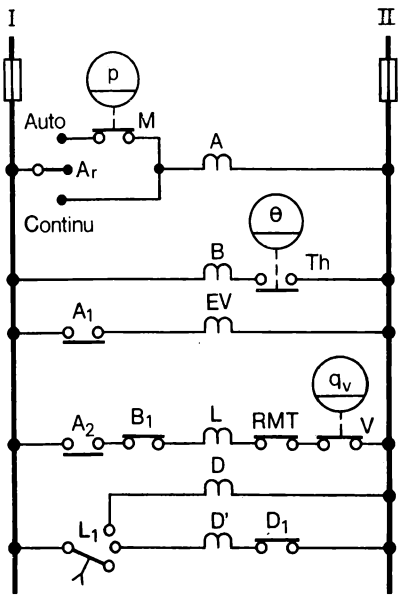


Fig. 1.

M - Manostat fermant un circuit quand la pression est trop basse et l'ouvrant quand elle est trop haute (ici *p* trop basse).

V - Automate de sécurité qui ouvre un circuit quand le débit d'une eau de refroidissement est trop faible (ici débit normal).

EV - Bobine de l'électro-vanne.

Th - Thermostat fermant un circuit lorsque la température est trop élevée et l'ouvrant quand elle est normale (ici 0 normale).

A, B - Bobines des relais.

D, D′ - Bobines du démarrage rotorique en 3 temps.

◆ **Commutateur dans la position « automatique ».**

Quand la pression atteint la limite inférieure, le manostat M se ferme et alimente la bobine du relais A :

— A_1 se ferme et la bobine de l'électro-vanne EV, alimentée, ouvre la vanne qui établit la circulation de l'eau ;

— A_2 se ferme et la bobine du contacteur L, alimentée si l'automate de sécurité de circulation d'eau (circulation normale) est fermé, enclenche le contacteur : le *moteur démarre*. Les contacts temporisés de L_1 alimentent successivement D et D' pour l'élimination progressive des résistances de démarrage (démarrage automatique à 3 temps).

Lorsque la pression atteint son maximum, le manostat coupe le circuit de A : A_1 et A_2 s'ouvrent et provoquent l'*arrêt du moteur* et de la circulation d'eau.

Si, en marche :

— la circulation d'eau s'arrête, l'électro-vanne ouvre V et provoque l'*arrêt du moteur* ;

— la température est trop élevée, le thermostat ferme le circuit B, qui coupe B_1 : le *moteur s'arrête*, mais la circulation d'eau subsiste.

Dans ces deux cas, la marche reprend quand la circulation d'eau est rétablie ou quand la température redevient normale.

◆ **Commutateur dans la position « continu ».**

Le manostat n'intervient pas, mais les autres protections restent en service.

9.4. - Équipement de pompage (groupes électro-pompes)

Les problèmes de pompage à commande automatique consistent à réaliser un dispositif assurant la mise en marche ou l'arrêt d'un groupe électro-pompe suivant le niveau d'un liquide dans un réservoir.

Ces problèmes se posent notamment dans les cas principaux suivants :

— refoulement dans un réservoir à l'air libre ;

— vidange d'une fosse ou d'un réservoir à l'air libre :

— remplissage d'un réservoir clos sous pression ou sous vide.

Le contrôle automatique du plan du liquide peut se faire :

— d'après une différence de niveau : interrupteur à flotteur ;

— d'après la conductibilité de ce liquide : emploi d'électrodes (dispositif « Schwob ») (1).

(1) Établissements V. F. B.

La bonne marche des équipements de pompage exige :

— la protection contre le désamorçage : emploi de relais coupant l'alimentation des moteurs dès que l'intensité, ou la puissance absorbée, devient anormalement basse ;

— la protection contre l'inversion du sens de rotation (inversion de deux phases) : emploi d'un relais à inversion de phases (RM_3) ;

— la protection contre les surintensités : emploi de relais magnéto-thermiques.

La commande peut être fonction du besoin, manifesté par le niveau trop bas, ou du temps, indiqué par une horloge (pompage de nuit, par exemple, pour raison d'économie).

La commande automatique peut être complétée par une commande manuelle (interrupteur).

Une solution mixte peut être obtenue par l'emploi d'un commutateur qui permettra le fonctionnement avec ou sans horloge.

9.4.1. - ÉQUIPEMENT UTILISANT UN INTERRUPTEUR A FLOTTEUR

Cas d'un équipement de pompage comprenant :

◆ **circuit principal** : moteur à rotor en court-cuircuit ;

◆ **circuit de commande** :

— commande manuelle ou automatique, arrêt ;

— avec ou sans horloge ;

◆ **protection** : contre le désamorçage, contre l'inversion du sens de rotation et contre les surintensités.

La *figure* 1 représente le schéma développé du circuit de commande de l'équipement.

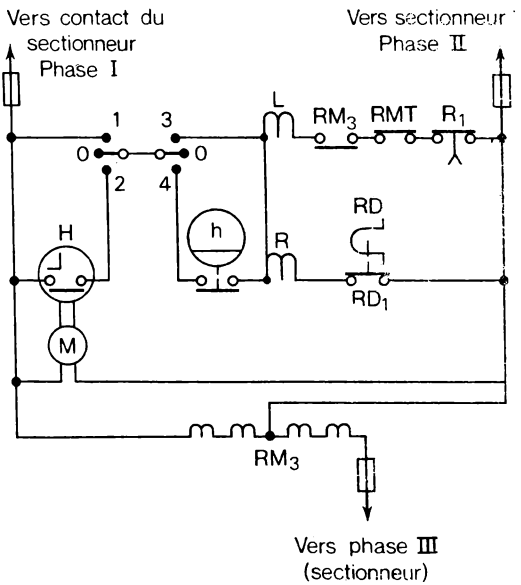


Fig. 1.

1 - Position « sans horloge ».
0 - Arrêt.
2 - Position « avec horloge ».
3 - Commande manuelle.
4 - Commande automatique.
RD - Relais de désamorçage.
RM_3 - Relais à inversion de phases.
L - Bobine du contacteur.
R - Bobine de relais.
H - Horloge et interrupteur.
M - Moteur.

9.4.2. - ÉQUIPEMENT UTILISANT DES ÉLECTRODES

Le principe de fonctionnement du dispositif « Schwob » repose sur l'utilisation de la conductibilité de l'eau (ou de tous autres liquides conducteurs) pour établir ou pour couper, en courant alternatif, un circuit électrique à très basse tension par l'intermédiaire de deux électrodes (réservoir à l'air libre) ou de deux bougies (réservoir clos) spécialement étudiées, plongeant dans le liquide à des niveaux déterminés.

La *figure* 2 représente le schéma développé d'une commande de pompe.

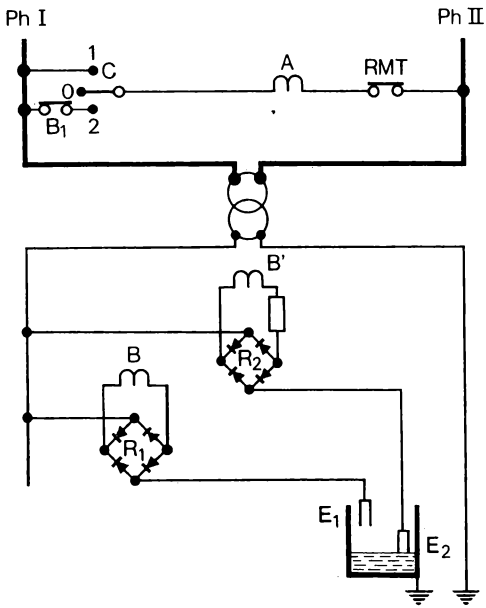


Fig. 2.

A - Bobine du discontacteur commandant le moteur de la pompe.

C - Commutateur à trois positions permettant les manœuvres suivantes :

— 0 - Position « arrêt » : arrêt total de la pompe ;

— 1 - Position « local » : marche forcée de la pompe (bobine A reliée directement entre les phases I et II) ;

— 2 - Position « automatique » : fonctionnement automatique de la pompe par l'intermédiaire du contact B_1 dépendant de B et B'. B_1 est fermé pour le remplissage lorsque le niveau est trop bas.

— E_1, E_2 - Electrodes haute et basse.

Fonctionnement. — Le commutateur C est dans la position 2 (automatique) et le réservoir est presque vide.

Le contact B_1, fermé au repos lorsque les bobines B et B' ne sont pas alimentées, excite la bobine A du contacteur : le *moteur entraîne la pompe.* Lorsque le liquide, en montant, atteint l'électrode E_2, le circuit du premier redresseur R_2 se trouve fermé et alimente la bobine B' : l'attraction est insuffisante pour attirer B_1.

Le niveau du liquide s'élevant jusqu'à l'électrode E_1, le deuxième redresseur R_1 alimente B, dont l'attraction, s'ajoutant à celle de B', provoque l'ouverture de B_1. Le *moteur s'arrête*, le circuit de A étant coupé.

Au fur et à mesure de son utilisation, le niveau du liquide descend, E_1 se découvre et coupe B : le relais reste enclenché (B_1 ouvert), car l'attraction de B', dont le circuit est encore fermé par E_2, est suffisante pour maintenir B_1 au « collage ».

Lorsque E_2 sera découverte, elle provoquera la fermeture de B_1 et la pompe se mettra en marche.

9.5. - Équipement des ponts roulants

9.5.1. - FONCTIONS A REMPLIR

Les trois mouvements — levage, direction, translation — d'un pont roulant sont généralement commandés par des moteurs triphasés (à rotor en court-circuit ou à bagues) ou par des moteurs à courant continu (à excitation série).

L'installation nécessite :

— la commande et la protection générales de l'équipement : emploi d'un sectionneur et d'un discontacteur général ;

— le démarrage et l'inversion du sens de rotation de chacun des moteurs : emploi de contacteurs inverseurs (moteur en court-circuit et moteur série) ou de démarreurs (3 ou 4 temps) à deux sens de marche (moteur à bagues) ;

— un poste de commande permettant de réaliser à distance les différentes combinaisons : emploi d'une boîte de commande à 8 boutons (2 par mouvement, 1 marche et 1 arrêt) ou de 3 combinateurs et d'une boîte « Marche-Arrêt » ;

— la protection de l'installation en fin de course des différents mouvements : emploi de 2 contacts de fin de course par mouvement, agissant sur le circuit de commande des équipements.

9.5.2. - PONT ROULANT UTILISANT DES MOTEURS A BAGUES

◆ **Commande par boutons-poussoirs.**

— Schéma développé des circuits de commande (*fig.* 1) et de démarrage (*fig.* 2). Alimentation par la tension du secteur ou en T.B.T. par transformateur (*fig.* 3).

◆ **Commande par combinateurs** (*fig.* 4).

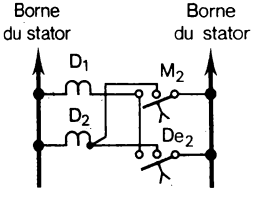


Fig. 2. — Circuit de commande du démarrage en 3 temps de l'un des moteurs (levage).

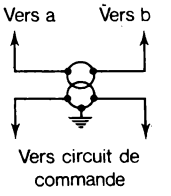


Fig. 3 — Alimentation du circuit de commande en T. B. T.

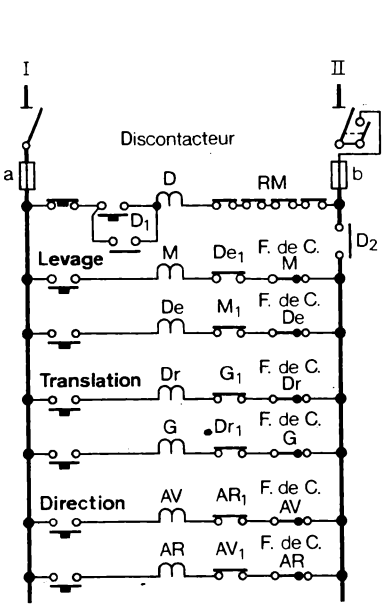


Fig. 1.

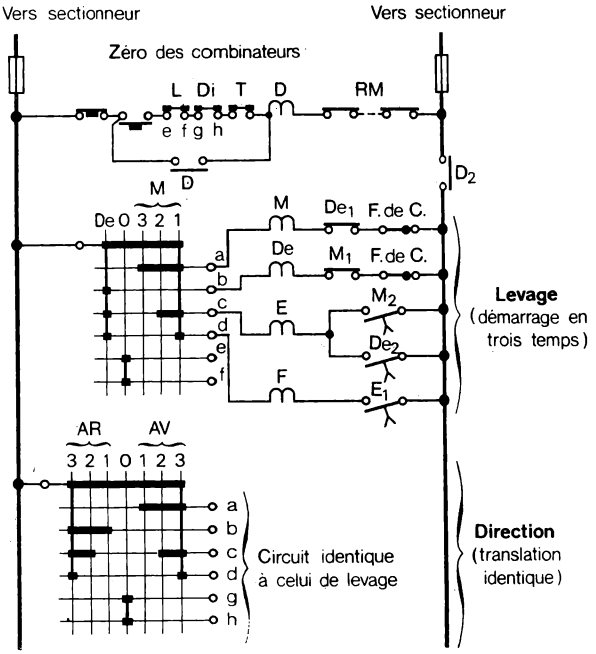


Fig. 1.

9.5.3. - PONT ROULANT UTILISANT DES MOTEURS A COURANT CONTINU (commande par combinateurs).

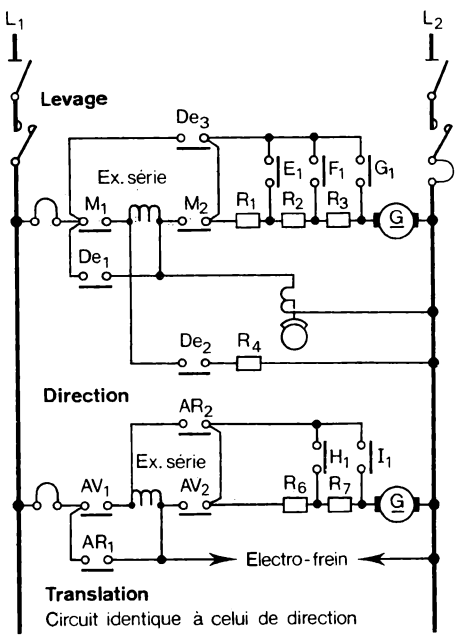


Fig. 5.

Les *figures* 5 et 6 se rapportent aux schémas développés des circuits de puissance et de commande d'un équipement de pont roulant dont les trois mouvements sont commandés au moyen de moteurs à excitation série.

Chaque mouvement est commandé de la cabine au moyen d'un manipulateur comportant une ou plusieurs positions dans chaque sens de marche. On remarque que le schéma du mouvement de levage est dissymétrique et que, dans le sens

« descente », l'inducteur série est excité séparément par l'intermédiaire de la résistance R_4. Le moteur présente alors les caractéristiques d'un moteur à excitation en dérivation, et son induit, travaillant en récupération, est capable de freiner le treuil qui dérive (1) sous l'effet de la charge entraînante.

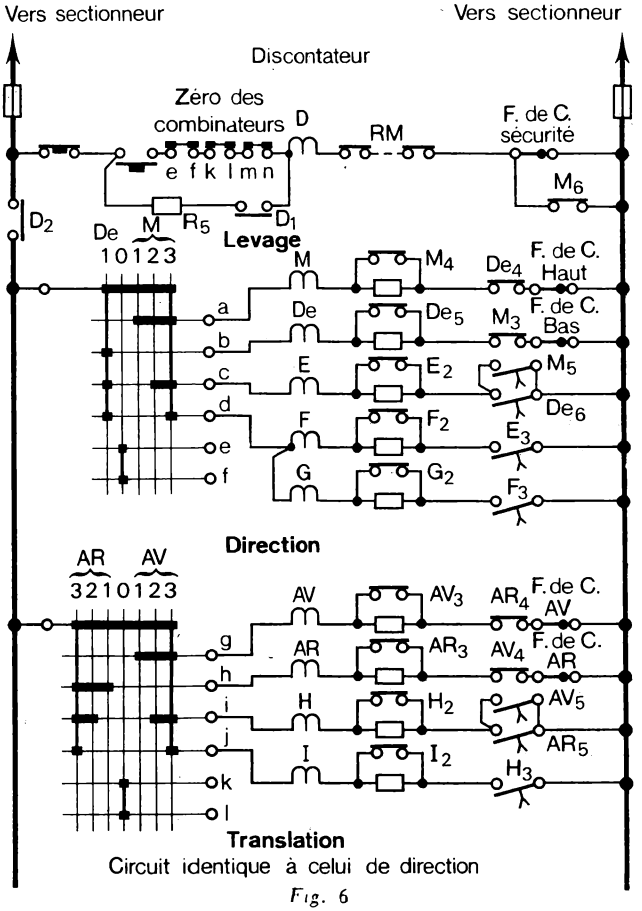


Fig. 6

9.6. - Équipement d'appareils de levage

La robustesse du moteur série et son couple élevé au démarrage le font souvent utiliser dans les branches de l'industrie et notamment dans la métallurgie.

Exemple : commande des treuils de levage où le couple résistant augmente avec la vitesse et où le moteur est constamment en prise avec les appareils à entraîner.

(1) Tourne en sens contraire.

9.6.1. - FONCTIONS GÉNÉRALES AUXQUELLES UN ÉQUIPEMENT DE LEVAGE DOIT SATISFAIRE

◆ **Montée et descente** : s'effectuent à l'aide de contacteurs commandés par des combinateurs comportant plusieurs positions dans chaque sens de marche (vitesses graduées).

◆ **Ralentissement du moteur dans le sens de la montée** (le treuil offre un couple résistant dû à l'entraînement de la charge) : réalisation de couplages de shuntage d'induit (*fig.* 1).

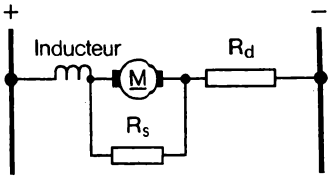


Fig. 1. — R_s et R_d - Résistance abaissant la f.c.é.m. du moteur.

◆ **Ralentissement du moteur dans le sens de la descente** : réalisation de couplages potentiométriques (*fig.* 2).

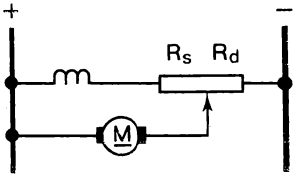


Fig. 2. — R_s et R_d - Résistance potentiométrique.

La vitesse de descente dépend de la chute de tension dans la partie R_d. Le moteur présente les caractéristiques d'un moteur à excitation en dérivation.

9.6.2. - EXEMPLE D'UN ÉQUIPEMENT DE LEVAGE (1).

9.6.2.1. - Conditions à réaliser.

◆ **Montée** :

— un cran de vitesse réduite, en shuntage d'induit ;

— un cran de marche sur résistance ;

— un cran de marche à pleine vitesse, toutes résistances éliminées.

◆ **Descente** :

— deux crans de descente en couplage potentiométrique ;

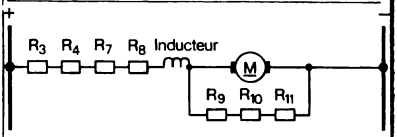
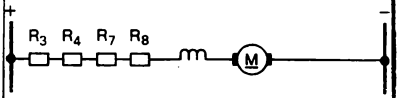
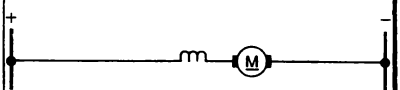
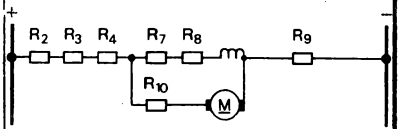
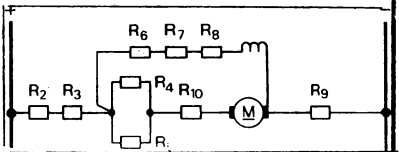
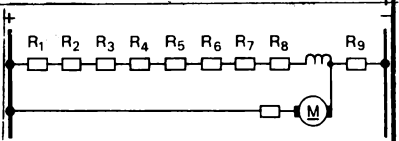
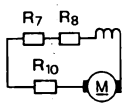
— un cran de descente en excitation séparée.

---

(1) D'après des schémas de la Télémécanique électrique.

◆ *Freinage :* le retour à zéro du combinateur doit permettre au moteur d'être branché en génératrice série débitant sur faible résistance. Cette disposition permet d'obtenir un freinage électrique rapide et puissant, aidant l'action du frein électromagnétique qui reste néanmoins nécessaire pour empêcher le treuil de dévirer lorsque la charge doit être tenue en l'air.

9.6.2.2. · Différents couplages que doit réaliser le combinateur (fig. 3).

	Crans	Conditions a réaliser	Schémas
Montée	1	Vitesse réduite, shuntage d'induit.	
	2	Vitesse moyenne, marche sur résistance.	
	3	Pleine vitesse, toutes résistances éliminées.	
Descente	1	Vitesse réduite (couplage potentiométrique).	
	2	Vitesse moyenne (couplage potentiométrique).	
	3	Vitesse accélérée, à vide (excitation séparée).	
Arrêt	0	Freinage. Le moteur se trouve être branché en génératrice série débitant sur faible résistance.	

9.6.2.3. - *Schéma développé des circuits de puissance (fig. 4) et de commande (fig. 5).*

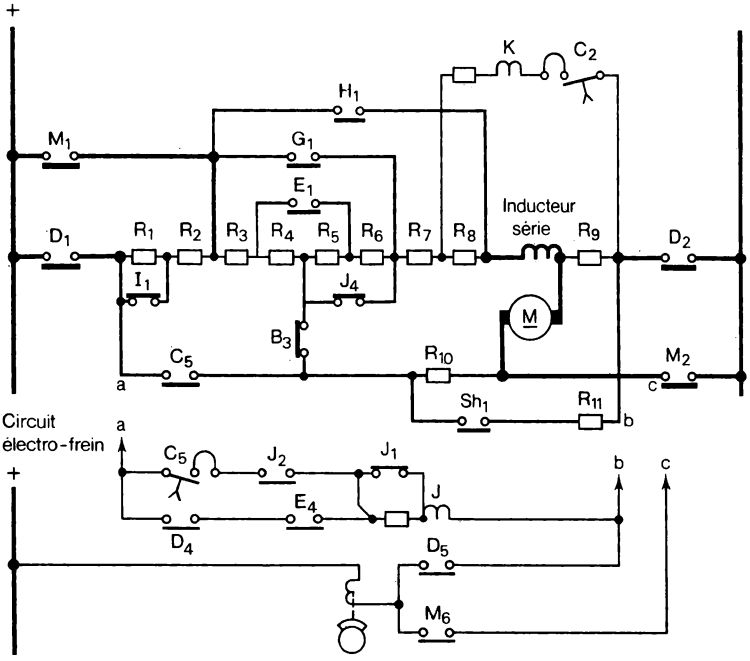


Fig. 4. — Schéma développé du circuit de puissance.

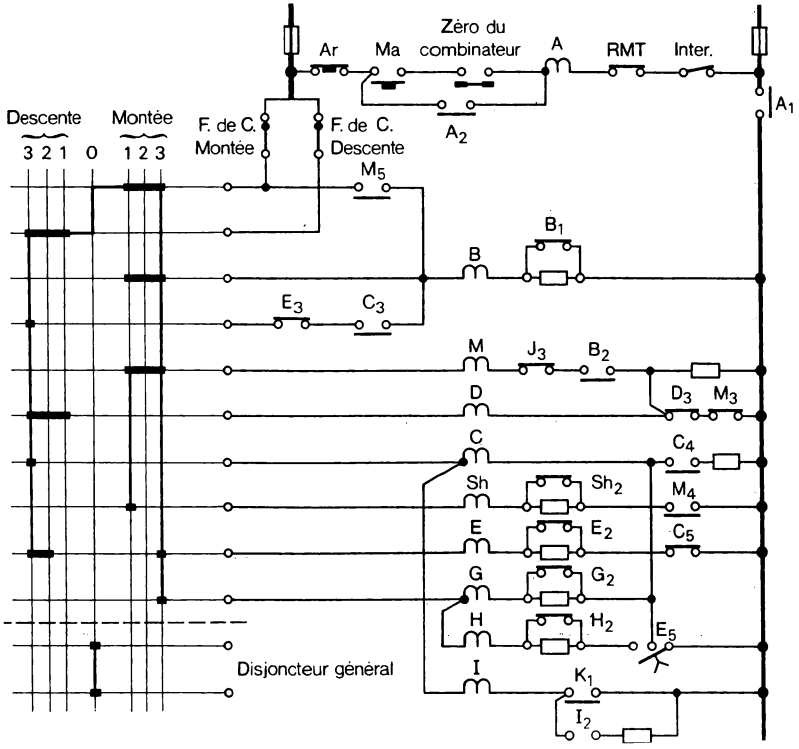


Fig. 5. — Circuit développé du circuit de commande et constitution du combinateur.

◆ Légende des *figures* 4 et 5.

A - Bobine du discontacteur principal fermant les contacts principaux du circuit moteur.
A_1 - Contact mettant sous tension la ligne des circuits de commande.
A_2 - Contact auxiliaire de maintien de A.

M - Bobine du circuit « Montée ».
M_1 M_2 - Contacts principaux « Montée », fermant le circuit moteur.
M_3 - Contact inroduisant la résistance d'économie.
M_4 - Contact inséré dans le circuit de shuntage Sh.
M_5 - Contact permettant le maintien de B en cas de coupure accidentelle du fil relié au combinateur (coupure qui aurait pour effet de fermer B_3 et de provoquer un court-circuit).
M_6 - Contact permettant d'alimenter l'électro-frein (freinage par manque de courant).

B - Bobine de couplage des résistances.
B_1 - Contact introduisant la résistance d'économie.
B_2 - Contact permettant l'alimentation de M.
B_3 - Contact de couplage des résistances.

C, C_1 - Bobine et contact de couplage des résistances.
C_2 - Contact à fermeture retardée et à ouverture rapide inséré dans le circuit K.
C_3 - Contact en série dans le circuit B.
C_4 - Contact en série dans le circuit C ou G et H.
C_5 - Contact à fermeture rapide et à ouverture retardée (circuit de J).

D - Bobine du circuit « Descente ».
D_1, D_2 - Contacts principaux « Descente » fermant le circuit moteur.
D_3 - Contact introduisant la résistance d'économie.
D_4 - Contact en série dans le circuit J.
D_5 - Contact d'alimentation de l'électro-frein.

E, G, H, E_1, G_1, H_1 - Bobines et contacts de couplage des résistances.
E_2, G_2, H_2 - Contacts introduisant la résistance d'économie.
E_3 - Contact en série dans le circuit B.
E_4 - Contact en série dans le circuit J.
E_5 - Contact à fermeture retardée et à ouverture rapide.

Sh, Sh_1 - Bobine et contact de shuntage de l'induit avec les résistances $R_9 + R_{10} + R_{11}$.
Sh_2 - Contact introduisant la résistance d'économie.

J, J_4 - Bobine et contact de couplage des résistances.
J_1 - Contact introduisant la résistance d'économie.
J_2 - Contact en série dans le circuit J.
J_3 - Contact en série dans le circuit M.

K - Bobine placée en dérivation sur l'inducteur.
K_1 - Contact en série dans le circuit I.

I, I_1 - Bobine et contact de couplage des résistances.
I_2 - Contact en série dans le circuit I.

9.7. - Ascenseurs et monte-charge

Les conditions générales auxquelles doivent satisfaire les installations d'ascenseurs et de monte-charge sont les suivantes :

— *permettre la commande de la montée*, de la descente ou de l'arrêt de la cabine depuis l'intérieur de cette cabine ;

— *permettre, d'un étage déterminé*, l'envoi de la cabine ou son renvoi au niveau de départ (rez-de-chaussée, par exemple) ;

— *assurer les sécurités* en cas d'ouverture de la porte de la cabine ou de l'une des portes palières [portes de la gaine (2) ou cage] par l'arrêt de la cabine.

(1) Étude extraite en partie de documents de la Télémécanique électrique.
(2) Gaine : espace clos dans lequel se déplace la cabine.

Si un liftier accompagne l'ascenseur, il est en outre nécessaire de pouvoir le prévenir *(sonnerie ou lampe de signalisation)*.

Selon l'utilisation des appareils, ils sont, du point de vue sécurité, répartis en trois groupes (3) :

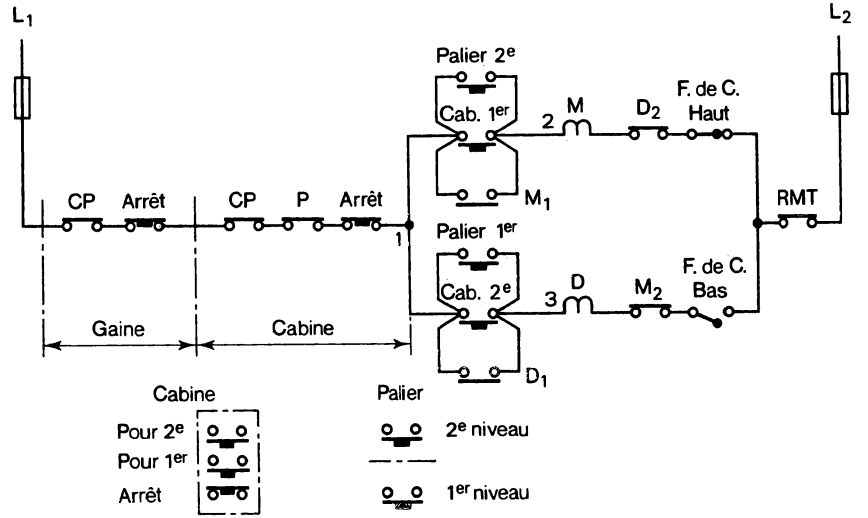
Groupe 1. — *Appareils transportant habituellement ou occasionnellement des personnes* ;

Groupe 2. — *Appareils dont l'emploi est interdit pour le transport des personnes*, mais où celles-ci ont accès pour le chargement et le déchargement des objets transportés ;

Groupe 3. — *Appareils dont les dimensions ou la constitution empêchent matériellement l'accès des personnes.*

9.7.1. - ÉQUIPEMENT TYPE POUR DEUX NIVEAUX

La *figure* 1 représente le schéma développé du circuit de commande d'un équipement type, pour deux niveaux, dans le cas de l'utilisation d'un moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit et d'un contacteur-inverseur de sens de marche (montée, descente).



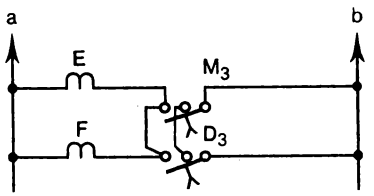


Fig. 1. — CP - Contact de porte (gaine ou cabine). Interrupteur à ouverture automatique destiné à arrêter la cabine et à rendre sa mise en marche impossible lorsque les conditions de sécurité exigées ne sont pas remplies.

P - Contact de parachute. Ouverture du circuit en cas de rupture du câble.

F de C - Interrupteur de fin de course s'ouvrant en fin de course (exemple : F de C bas).

Fig. 2. — Cas de l'utilisation d'un démarreur pour moteur à bagues.

E, F - Bobines du contacteur de démarrage.

***a, b* - Sortie de l'inverseur vers moteur.**

M_3, D_3 - Contacts retardés à la fermeture et dépendant des bobines M et D de la *figure* 1.

(3) D'après norme U.T.E.

Le nombre des boutons « Arrêt », « Montée », « Descente » et des contacts de porte peut être variable.

Dans les appareils du groupe 1, pour éviter une inversion rapide du sens de marche, on prévoit un relais retardé. Ceci permet, en particulier, de laisser le temps à la personne transportée d'ouvrir la porte à l'arrêt avant que la cabine soit appelée vers un autre palier. Le relais retardé étant tributaire de la marche du moteur, sa bobine est branchée aux bornes du stator (*fig.* 3 et 4).

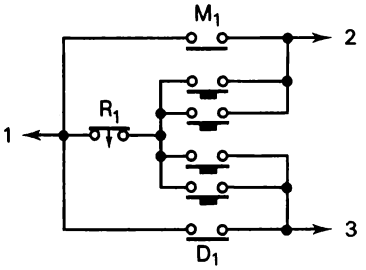


Fig. 3. — Modification du circuit entre les points 1, 2, 3 de la *figure* 1.
R_1 - Contact retardé à la fermeture et dépendant de R (*fig.* 4).

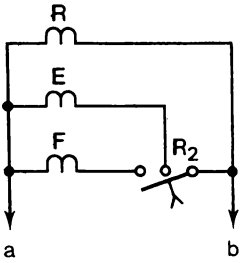


Fig. 4. — Circuit du démarreur pour moteur à bagues.
R - Bobine du relais retardé. E, F - Bobines du contacteur de démarrage. — *a*, *b* - Sortie de l'inverseur vers moteur.

9.7.2. - ÉQUIPEMENT POUR « n » NIVEAUX

Pour déclencher les ordres nécessaires à l'arrêt de l'appareil à l'étage désiré, on utilise un distributeur d'étage (1).

La *figure 5* représente le schéma développé du circuit de commande d'un équipement à *n* niveaux.

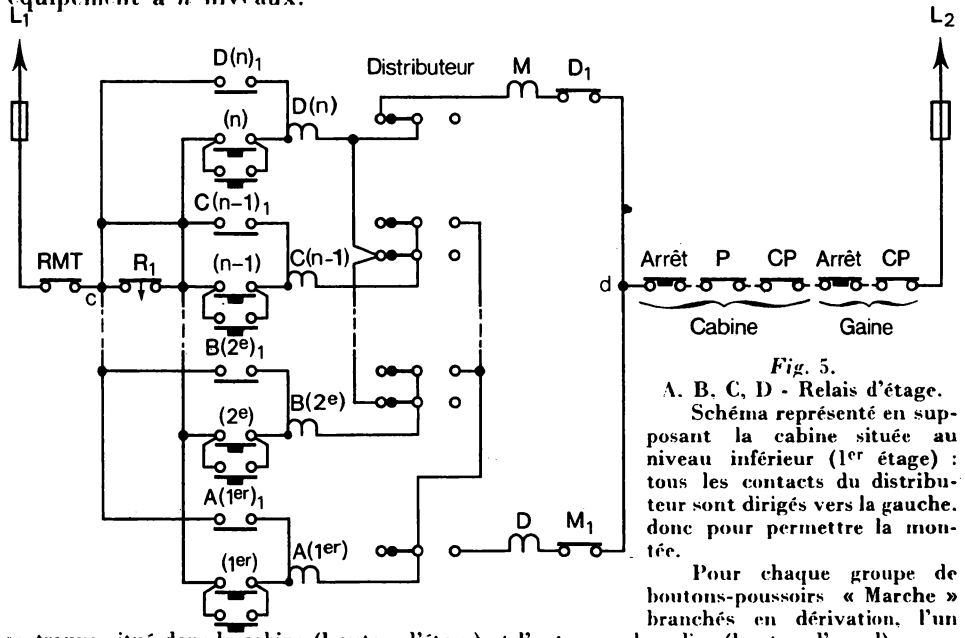


Fig. 5.
A, B, C, D - Relais d'étage.
Schéma représenté en supposant la cabine située au niveau inférieur (1er étage) : tous les contacts du distributeur sont dirigés vers la gauche, donc pour permettre la montée.

Pour chaque groupe de boutons-poussoirs « Marche » branchés en dérivation, l'un se trouve situé dans la cabine (bouton d'étage) et l'autre sur le palier (bouton d'appel).

Le contact R_1 dépend du relais retardé, dont le branchement de la bobine correspond à celui de la *figure* 4.

(1) Ces appareils s'appellent également : contrôleurs, sélecteurs ou enregistreurs d'étages.

La *figure* 6 précise la disposition des boutons-poussoirs dans la cabine et sur les paliers.

9.7.3. - REMISE A NIVEAU

Lorsque la cabine doit desservir un étage avec une certaine précision, on utilise la remise à niveau, soit automatique, soit manuelle (par boutons), avec les portes fermées.

La *figure* 7 représente le schéma développé du circuit de commande d'un équipement pour deux niveaux, avec remise à niveau automatique.

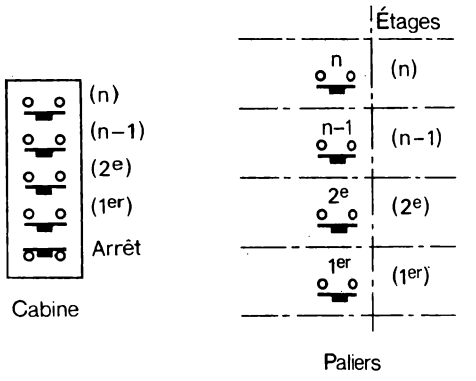


Fig. 6.

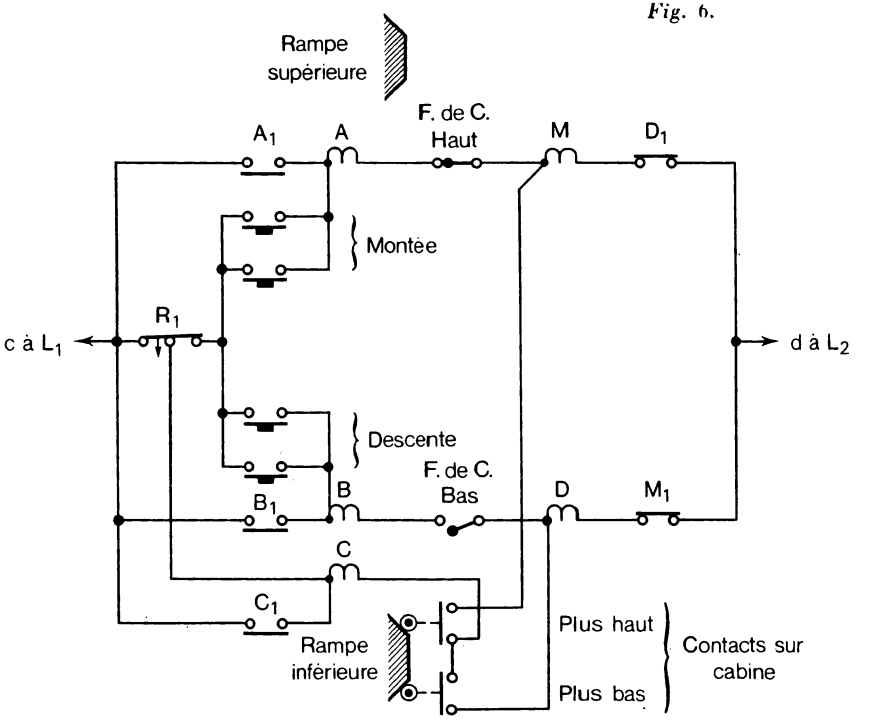


Fig. 7.

C - Relais auxiliaire de remise à niveau.

R_4 - Contact dépendant du relais retardé dont le branchement de la bobine correspond à celui de la *figure* 4.

c à L_1 / d à L_2 } Voir compléments du circuit sur la *figure* 5.

9.7.4. - RELAIS DE PRIORITÉ

Pour les appareils du groupe 1, il est nécessaire de respecter une hiérarchie dans les ordres pouvant être donnés, au moyen de boutons-poussoirs « Cabine », « Envoi », « Appel ».

On emploie un relais de priorité qui dépend de la remise en position « Marche » de tous les contacts de sécurité. La bobine est montée dans le circuit des différents contacts d'asservissement (contacts dits « de porte », principalement).

Si un liftier accompagne l'ascenseur, il doit :

— **être prévenu des appels** : ronfleur et lampe signalant le ou les étages d'où l'on a appelé (cabine) et boutons d'appel (un par étage).

— **pouvoir annuler les appels** : bouton d'extinction (cabine) ;

— éventuellement, **pouvoir répondre aux appels** : bouton de réponse (cabine) et lampes signalant la réponse (1 par étage).

9.7.6. - MANŒUVRE COLLECTIVE AUTOMATIQUE

Dans les installations décrites précédemment, la manœuvre n'est pas interceptive. L'appareil répond par priorité à l'ordre qui lui est donné par le passager qui vient de pénétrer dans la cabine, d'où : indifférence à ce qui se passe au dehors, trajets inutiles, perte de temps, etc. Il en résulte un rendement très faible de l'installation.

Le système de manœuvre qui remédie le plus parfaitement à ces graves inconvénients est la *manœuvre collective automatique.*

9.7.6.1. · Conditions que doit remplir cette manœuvre collective.

◆ Les appels émanant des différents points (cabine ou paliers) se classent automatiquement, compte tenu du sens de marche demandé, et la cabine s'arrête à chacun des étages demandés. Donc, l'appareil, au lieu de desservir un appel avant de pouvoir en prendre un autre en considération, les enregistre simultanément et les dessert dans l'ordre logique de son déplacement.

◆ A chaque palier sont installés deux boutons : l'un pour la montée et l'autre pour la descente.

◆ Dans la cabine sont installés :

— des boutons d'étage ;

— deux signaux lumineux de direction (montée, descente), précisant au passager le sens de son déplacement lors de son prochain démarrage.

9.7.6.2. · Réalisation de l'enregistrement des appels.

Le circuit d'appel comprend :

— un relais d'étage « Cabine » par étage ;

— deux relais d'étage « Paliers » : un pour monter et un pour descendre.

La *figure* 8 représente le schéma développé d'une partie d'un circuit d'enregistrement d'appel.

Les relais représentés sont à rémanence et comportent chacun :

— un enroulement d'appel (magnétisation) qui permet le collage du relais même après le passage du courant ;

— un enroulement d'effacement (démagnétisation).

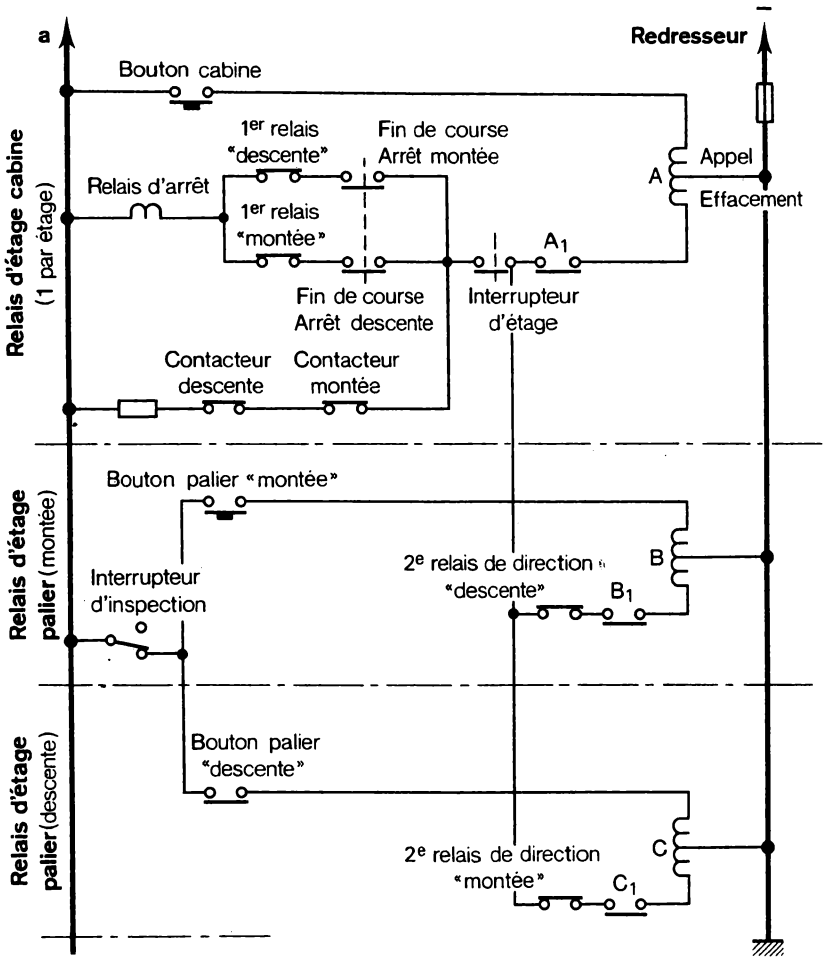


Fig. 8.

a - Vers + du redresseur en passant par le coupe-circuit et les contacts : parachute, condamnation de trappe, fin de course, sécurité de descente et de montée, régulateur, relais de phase et de surcharge.

9.7.6.3. - Temporisation des relais.

La temporisation des relais (des appels, par exemple) peut être établie en utilisant la décharge d'un condensateur (*fig.* 9).

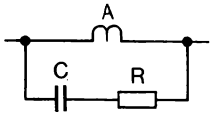


Fig. 9.

Lorsque le circuit est alimenté :

— la bobine A est mise sous tension ;

— le condensateur C se charge.

Lorsque le circuit n'est plus alimenté, la bobine reste sous tension pendant la décharge du condensateur (durée dépendant de A et de R).

9.8. - Ouverture d'issues

9.8.1 - COMMANDE DE L'OUVERTURE ET DE LA FERMETURE D'UN RIDEAU A L'AIDE D'UN TREUIL

9.8.1.1. - Fonctions à remplir.

Le fonctionnement rationnel d'un rideau nécessite sa montée et sa descente et des sécurités d'ordre électrique (court-circuit, surintensité, manque de tension, inversion de phase) et d'ordre mécanique (fin de course, arrêt d'urgence).

La commande s'effectue généralement manuellement, par simple impulsion sur des boutons « Montée », « Descente » et « Arrêt » (boîte à 3 boutons poussoirs) ; elle peut également s'effectuer à l'aide d'une clé.

Afin de faciliter le dépannage de l'installation :

— les mêmes manœuvres peuvent s'effectuer directement sur le coffret contenant l'appareillage ;

— les contacts auxiliaires des relais « Montée » et « Descente » peuvent être déconnectés (suppression de l'autoalimentation) afin que ces derniers ne fonctionnent que par appui constant (et non momentané) sur les boutons « Marche » situés sur le coffret (ou sur la boîte) : marche par « à-coups ».

Une sécurité supplémentaire contre un dépassement des limites « Haut » et « Bas » (dû, par exemple à une inversion de phase en fin de course) complète les fins de course ; on utilise des micro-contacts commandés mécaniquement par un système vis-écrou situé sur le coffret.

Une barre palpeuse peut également augmenter la sécurité de l'installation ; dès son contact avec un matériel elle déclenche l'arrêt immédiat du rideau.

La manœuvre du rideau avec une manivelle doit pouvoir s'effectuer en toute sécurité par la coupure automatique du circuit de commande.

9.8.1.2. - Schéma développé.

La *figure* 1 représente le schéma développé d'une installation répondant aux fonctions ci-dessus.

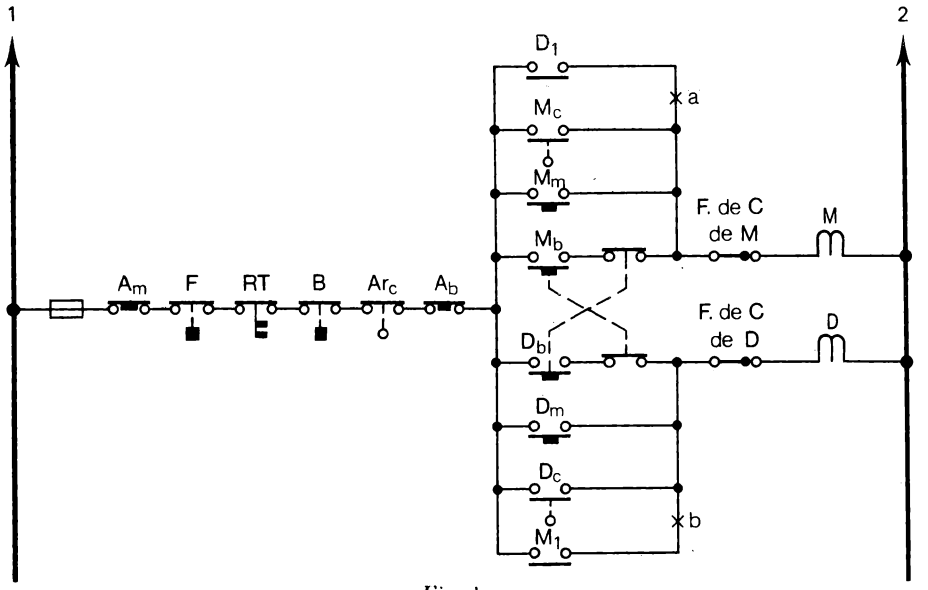


Fig. 1.

1-2 - Vers alimentation protégée.

M et D : bobines « Montée » et « Descente ».

A_b, M_b, D_b : boutons arrêt, montée, descente sur boîte à boutons-poussoirs.

A_m, M_m, D_m : boutons arrêt, montée, descente sur coffret.

Ar_c, M_c, D_c : bouton arrêt, boutons à clé montée et descente.

RT : sécurité thermique (bilame ou semi-conducteur situé sur le moteur).

B : contact de sécurité commandé en descente par la barre palpeuse.

a.b : points de déconnexion pour le fonctionnement par « à coups » de M et D (pour le dépannage seulement).

Fins de course M et D : dépendent mécaniquement du bloc moteur-coffret.

F : contact de sécurité s'ouvrant dès que l'emploi d'une manivelle s'avère utile (cas de dépannage).

9.8.2. - OUVERTURE D'UNE ISSUE PAR COMMANDE VOLONTAIRE ET FERMETURE AUTOMATIQUE.

Cette installation peut intéresser, par exemple, le fonctionnement d'un rideau de magasin de stockage de matériel, une porte de garage ou d'entrée dans une propriété.

Le cycle de fonctionnement comprend l'ouverture volontaire (appui sur un bouton poussoir, utilisation d'une clé ou d'un dispositif électronique) et la fermeture automatique.

La protection contre un obstacle pouvant s'interposer lors de la fermeture peut être assuré par une cellule (coupure d'un faisceau lumineux) qui coupe le circuit moteur et arrête ainsi immédiatement le rideau ou la porte.

La *figure* 2 représente le schéma développé d'une installation de porte qui répond aux fonctions ci-dessus.

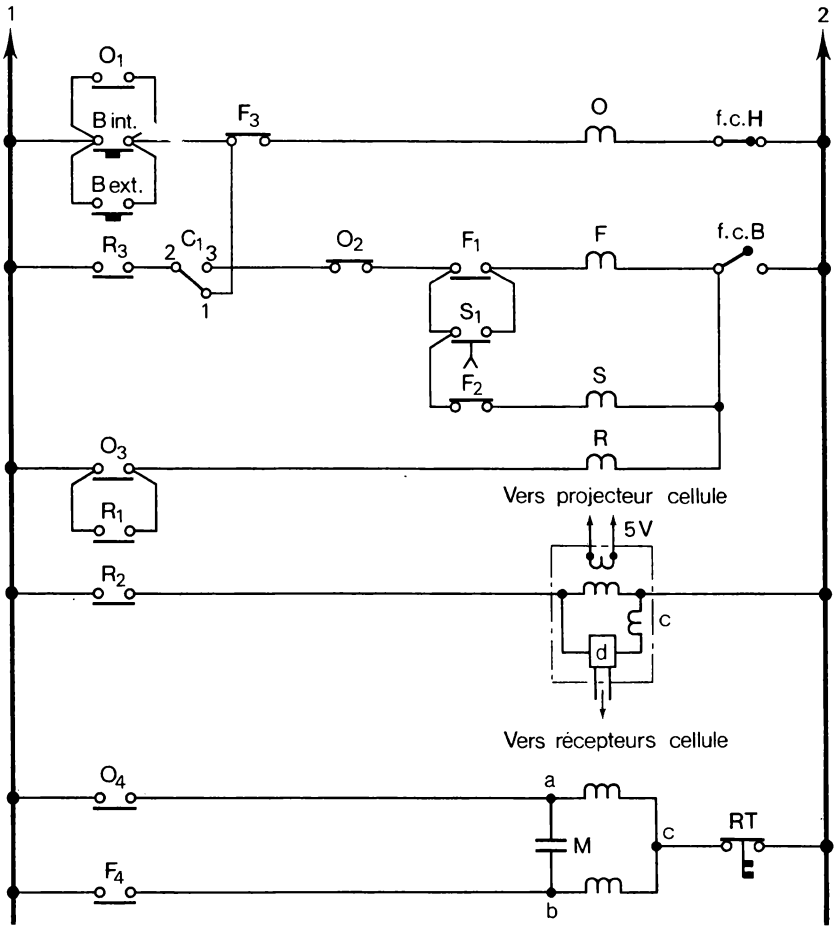


Fig. 2.

Schéma représenté avec :

1-2 - Vers alimentation protégée (sous tension).

f c B : ouvert (porte fermée).

C_1 : position 2-1.

Ouverture : Bobine principale ac ; auxiliaire : bc et condensateur.

Fermeture : Bobine principale bc ; auxiliaire : ac et condensateur.

M : moteur.

B_{in}, B_{ex} : postes de commande intérieur et extérieur.

d : amplificateur de cellule.

Le tableau synoptique 3 analyse le fonctionnement.

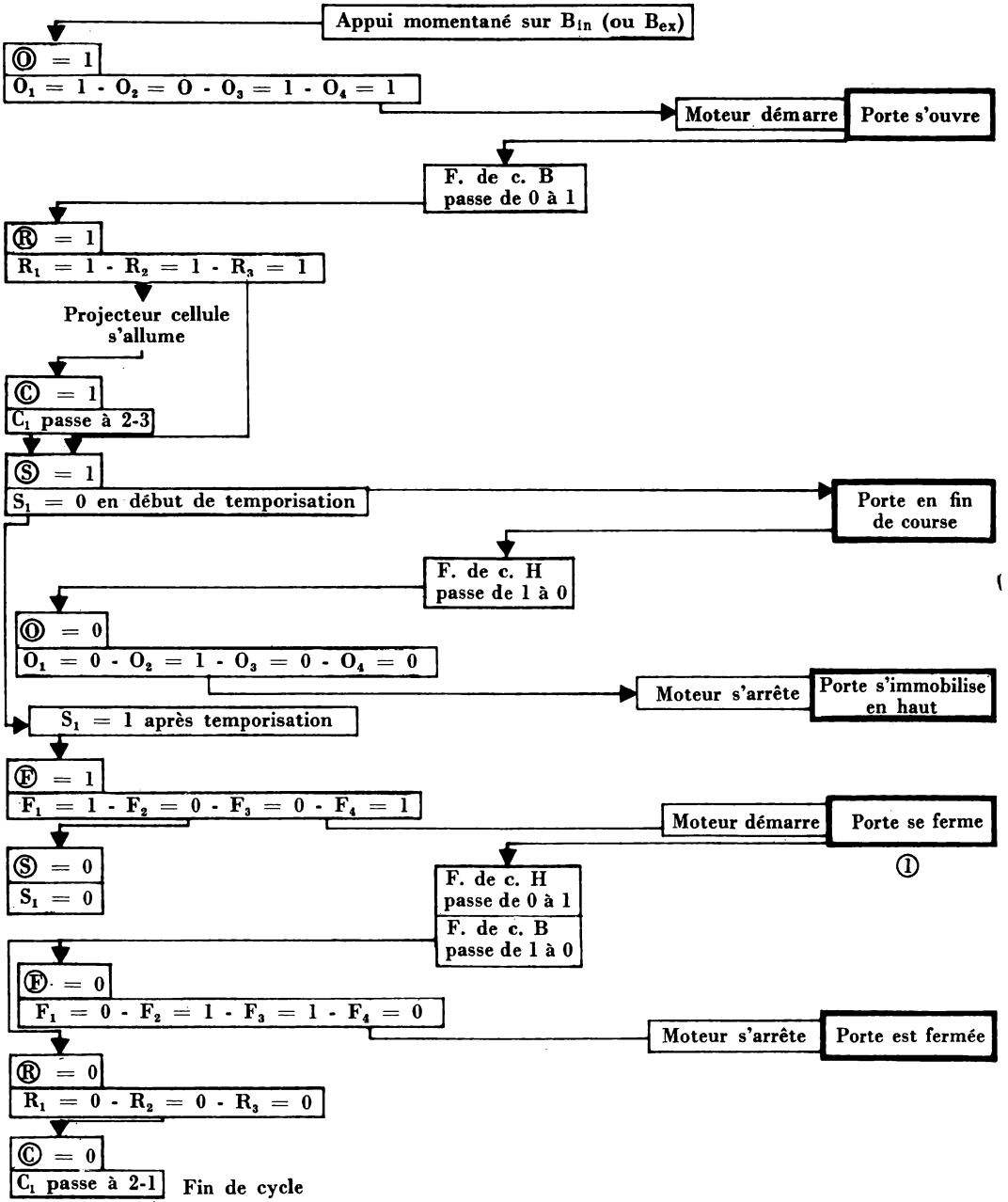
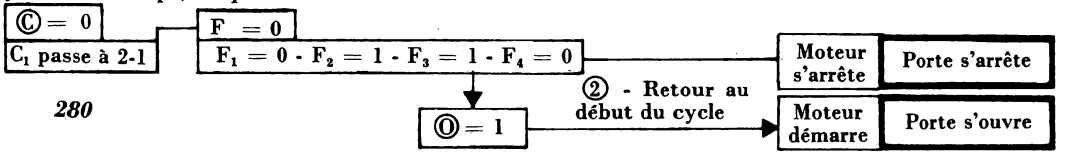
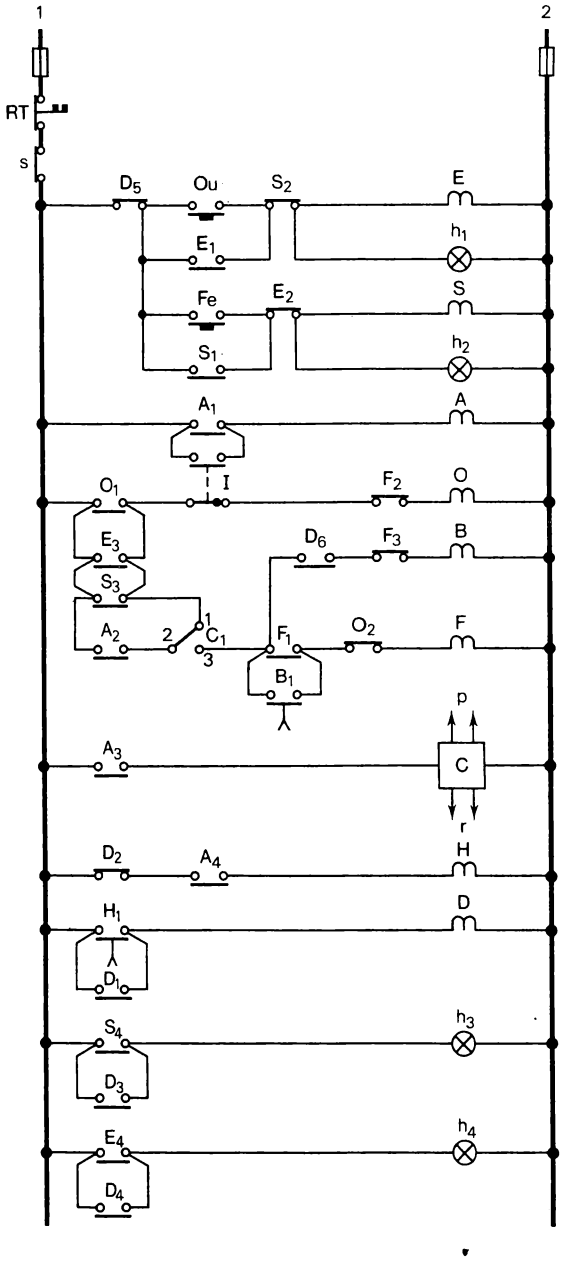

Appui momentané sur B_{in} (ou B_{ex})
Ⓞ = 1
$O_1 = 1 - O_2 = O - O_3 = 1 - O_4 = 1$
Moteur démarre
Porte s'ouvre
F. de c. B passe de 0 à 1
Ⓡ = 1
$R_1 = 1 - R_2 = 1 - R_3 = 1$
Projecteur cellule s'allume
Ⓒ = 1
C_1 passe à 2-3
Ⓢ = 1
$S_1 = 0$ en début de temporisation
Porte en fin de course
F. de c. H passe de 1 à 0
Ⓞ = 0
$O_1 = 0 - O_2 = 1 - O_3 = 0 - O_4 = 0$
Moteur s'arrête
Porte s'immobilise en haut
$S_1 = 1$ après temporisation
Ⓕ = 1
$F_1 = 1 - F_2 = 0 - F_3 = 0 - F_4 = 1$
Moteur démarre
Porte se ferme
①
Ⓢ = 0
$S_1 = 0$
F. de c. H passe de 0 à 1
F. de c. B passe de 1 à 0
Ⓕ = 0
$F_1 = 0 - F_2 = 1 - F_3 = 1 - F_4 = 0$
Moteur s'arrête
Porte est fermée
Ⓡ = 0
$R_1 = 0 - R_2 = 0 - R_3 = 0$
Ⓒ = 0
C_1 passe à 2-1
Fin de cycle

Tableau 3. — 1 Si, au moment de la fermeture, un obstacle apparaît, le faisceau du projecteur est coupé, ce qui entraîne :



9.8.3. - COMMANDE DE L'OUVERTURE ET DE LA FERMETURE D'UNE PORTE AVEC SIGNALISATION DES MOUVEMÉNTS.



Cette installation répond aux mêmes fonctions que celles de l'exemple précédent mais comporte, en plus, une signalisation synchronisée par feux rouges et feux verts.

Celle-ci a pour but d'éviter que deux voitures ne viennent à se croiser par exemple, dans un passage étroit.

La *figure* 4 représente le schéma développé de l'installation.

L'ouverture de la porte peut s'effectuer par bouton poussoir (cas de la figure), par clé, par émetteur radio.

Fig. 4. — Schéma représenté porte fermée et alimentation sous tension 1-2.

O : bobine ouverture.

F : bobine fermeture.

C : sécurité à la fermeture de la porte par cellule (voir *figure* 2).

p : vers projecteur cellule.

r : vers récepteurs cellule.

RT : relais thermique incorporé au moteur.

S : sécurité par limiteur de couple. En fin de fermeture S = 0 puis 1.

I : fin de course. Porte fermée : I = 1.
Porte ouverte : I = 0.

h_1 : feu vert ouverture.

h_2 : feu vert fermeture.

h_3 : feu rouge ouverture.

h_4 : feu rouge fermeture.

5e Partie

Etablissement des schémas par les méthodes logiques (1)

(1) Pour une étude plus détaillée, consulter l'ouvrage "L'automatique par les problèmes" de CAMPA, CHAPPERT, COJEAN, Ed. Foucher.

Pour faciliter la compréhension du principe de fonctionnement des montages, la nouvelle normalisation des symboles n'est pas utilisée.

I. - Fonctions logiques

Dans le système binaire, on désigne par 1 un contact électrique *fermé* et 0 un contact électrique *ouvert*.

Un appareil sera à l'*état* 1 s'il fonctionne (lampe allumée, bobine alimentée) et à l'*état* 0 s'il ne fonctionne pas (lampe éteinte, bobine non alimentée).

Pour l'élaboration des schémas on pourra donc utiliser des dispositifs dont on considérera deux états (normalement ouvert au repos, normalement fermé au repos) et à qui on attribuera des valeurs binaires 1 ou 0.

On utilise des symboles littéraux pour désigner les contacts.

Exemple (fig. 1).

Pour des contacts normalement ouverts au repos : a, b, c,...

Pour des contacts normalement fermés au repos : $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$,... (a barre, b barre, etc.).

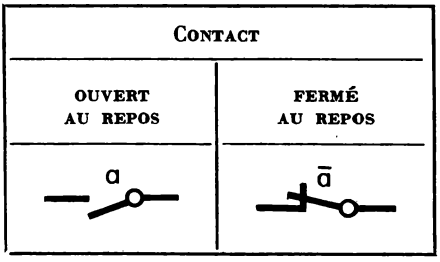


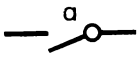
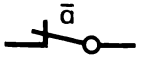
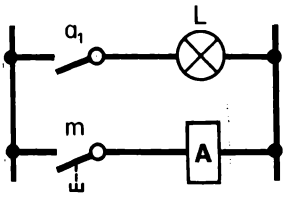
Fig. 1

Chaque contact dépendant d'une bobine de relais prend la lettre afférant à ce relais.

Le *tableau* 2 donne un exemple d'utilisation du système binaire conforme à la convention adoptée.

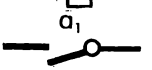
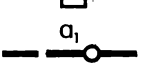
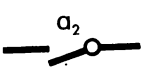
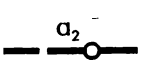
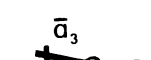
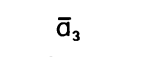
Les fonctions logiques traduisent la relation existant entre l'état du récepteur et l'état des organes de commande.

TABLEAU 2

Schémas	États des appareils		Remarques
	Position de repos	Position de travail	
	$a = 0$	$a = 1$	Les schémas représentent les contacts au repos (bobine non alimentée).
	$\bar{a} = 1$	$\bar{a} = 0$	
	$m = 0$ $A = 0$	$m = 1$ $A = 1$	Circuit de commande.
	$A = 0$ $a_1 = 0$ $L = 0$ (éteinte)	$A = 1$ $a_1 = 1$ $L = 1$ (allumée)	Circuit de puissance.

Le *tableau* 3 donne un exemple de contacts tributaires d'une bobine, cette dernière n'étant par alimentée (état de repos).

TABLEAU 3

Position de repos (Bobine non alimentée)		Position de travail (Bobine alimentée)	
	$A = 0$		$A = 1$
	$a_1 = 0$		$a_1 = 1$
	$a_2 = 0$		$a_2 = 1$
	$\bar{a}_3 = 1$		$\bar{a}_3 = 0$

2. - Différents types de schémas

On trouve dans tout circuit :

— les *entrées* par où arrivent les informations (boutons-poussoirs, contacts) ;

— les *sorties* destinées à la transmission des ordres d'exécution (récepteur, bobine de relais, etc.).

On peut distinguer trois types de circuits électriques.

◆ **Les circuits combinatoires.** A chaque combinaison des entrées correspond une seule combinaison des sorties.

Exemple : commande des lampes d'éclairage (va-et-vient par exemple), chauffage, etc.

◆ **Les circuits séquentiels.** Le cycle est composé de phases qui s'enchaînent en cascade, les unes aux autres. La fin, dûment contrôlée, de chacune d'elles fournit un renseignement sur la marche de la machine et déclenche la phase suivante.

Exemple : ascenseurs, machine à transfert, signalisation, etc.

◆ **Les circuits asservis.** La commande de ces systèmes résulte de la comparaison entre le résultat atteint et le résultat désiré, soit d'une façon continue, soit à intervalles déterminés.

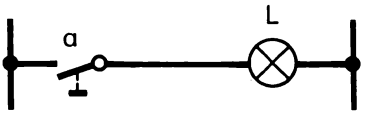
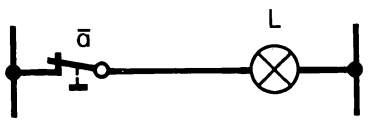
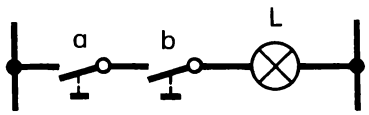
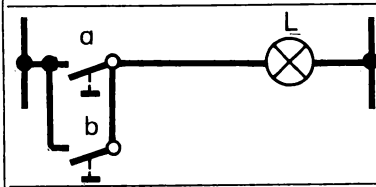
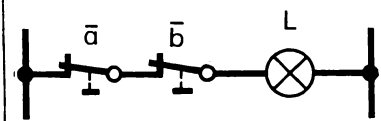
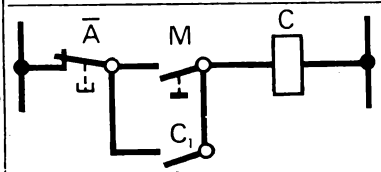
Exemple : régulateurs, servomécanismes, etc.

3. - Principales fonctions logiques de base

Les fonctions logiques de base traduisent chacune une fonction de commutation. L'algèbre de Boole permet de réaliser les opérations au moyen des fonctions logiques, ou équations résultant des dispositifs analysés.

Le *tableau* 4 précise les principales fonctions logiques.

TABLEAU 4

Fonctions	Etats (exemple)	Equations logiques	Schémas	Fonctionnement
OUI (ou égalité)	La lampe s'allume quand on actionne l'interrupteur	$L = a$		a | L 0 | 0 1 | 1 0 | 0
NON (ou pas)	La lampe s'éteint quand on actionne l'interrupteur	$L = \overline{a}$		$\overline{a}$ | L 1 | 1 0 | 0 1 | 1
ET (ou intersection)	La lampe s'allume quand on actionne a *et* b	$L = a \cdot b$		a | b | L 0 | 0 | 0 1 | 0 | 0 0 | 1 | 0 1 | 1 | 1
OU (ou réunion)	La lampe s'allume quand on actionne a *ou* b	$L = a + b$		a | b | L 0 | 0 | 0 1 | 0 | 1 0 | 1 | 1 1 | 1 | 1
NI (ou NON à plusieurs entrées)	La lampe s'éteint quand on actionne $\overline{a}$ *ou* $\overline{b}$	$L = \overline{a} \cdot \overline{b}$		a | $\overline{b}$ | L 1 | 1 | 1 0 | 1 | 0 1 | 0 | 0 0 | 0 | 0
Mémoire	C reste alimenté lorsqu'on cesse d'appuyer sur M (auto alimentation)	$C = \overline{A}(M + C_1)$		$\overline{A}$ | M | C | C_1 1 | 0 | 0 | 0 1 | 1 | 1 | 1 1 | 0 | 1 | 1 0 | 0 | 0 | 0 1 | 0 | 0 | 0

4. - Equations logiques de base

Les opérations utilisées en algèbre de Boole sont l'addition et la multiplication.

Les *tableaux* 5 et 6 représentent les propriétés des opérations relatives à l'addition et à la multiplication.

Lorsque l'état de L est fonction de celui du contact a, on écrit : L = *a*.

TABLEAU 5

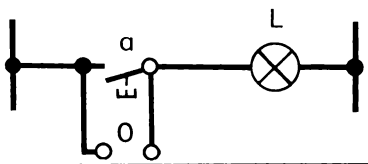
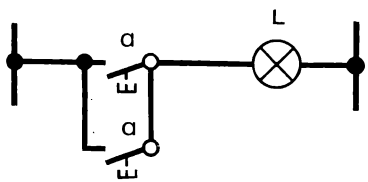
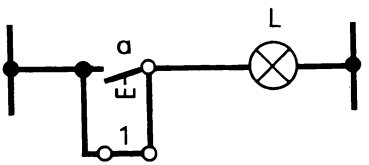
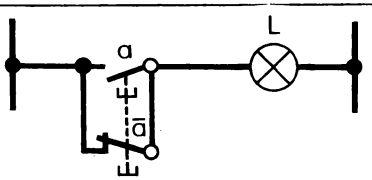
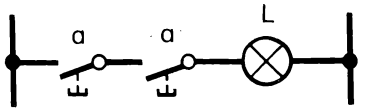
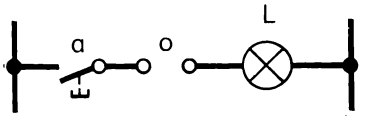
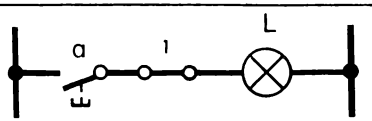
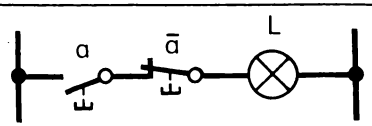
Schémas	Equations	Etats
	$a + 0 = a$	L = *a*
	$a + a = a$	L = *a*
	$a + 1 = 1$	L = 1
	$a + \bar{a} = 1$	L = 1

TABLEAU 6

Schémas	Equations	Etats
	a . a = a	L = a
	a . 0 = 0	L = 0
	a . 1 = a	L = a
	a . $\bar{a}$ = 0	L = 0

5. - Exemples d'applications

5.1. - Réalisation d'un schéma connaissant son équation

L'équation d'un moteur est :

$$M = \bar{a}(b \,.\, c + \bar{d}).$$

$\bar{a}$, fermé au repos, est en série avec un groupement de deux contacts $b \,.\, c$. (ouverts au repos) montés en série, les deux étant en parallèle avec un contact $\bar{d}$.

La *figure* 7 représente le schéma booléen correspondant.

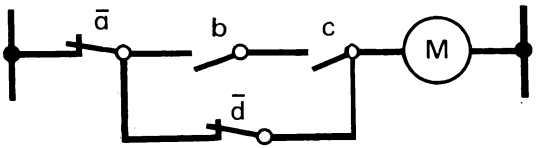


Fig. 7.

5.2. - Mise en équation d'un circuit

La *figure* 8 représente un circuit dont le groupement de ses éléments est : a et b en série, tous les deux en dérivation aux bornes de e ; cet ensemble est associé à deux contacts $\overline{c}$ et $\overline{d}$ en série.

L'équation du circuit est donc :

$$B = (a \,.\, b + e) \,.\, \overline{c} \,.\, \overline{d}.$$

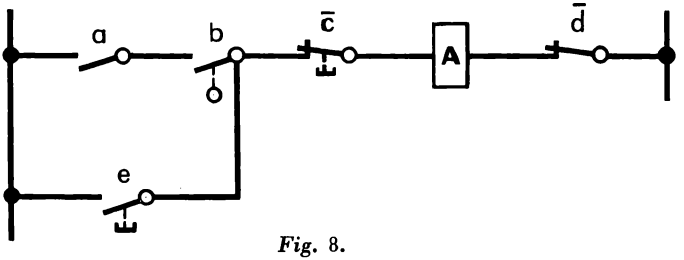


Fig. 8.

TABLE DES MATIÈRES

Première partie

Représentation graphique des installations électriques 7
1. Classification des schémas 9
2. Modes de représentation 9

Deuxième partie

Principaux symboles graphiques communs utilisés pour l'exécution de schémas d'installation électrique 13

Troisième partie

Méthode générale d'établissement des schémas 25
1. Schéma architectural 27
2. Représentation développée et semi développée 28
3. Représentation multifilaire et unifilaire 29

Quatrième partie

Etude des différents montages 31
1. Eclairage 33
2. Chauffage et cuisson 67
3. Télécommunications 87
4. Disposition des installations électriques et projet d'équipement. 148
5. Mesure et comptage 164
6. Appareillage électrique et télécommande 183
7. Machines électriques tournantes et statiques 204
8. Production, transformation et distribution de l'énergie électrique 245
9. Applications diverses 257

Cinquième partie

Etablissement des schémas par les méthodes logiques 283
1. Fonctions logiques 284
2. Différents types de schémas 286
3. Principales fonctions logiques de base 286

LES ÉDITIONS FOUCHER
128, rue de Rivoli – PARIS-1er
N° 4479-9-80

Imprimé en France

Imprimerie
GIBERT-CLAREY
TOURS - 31570
Dépôt légal : 4e trim. 80